

BC

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2002 年 3 月 14 日 (14.03.2002)

PCT

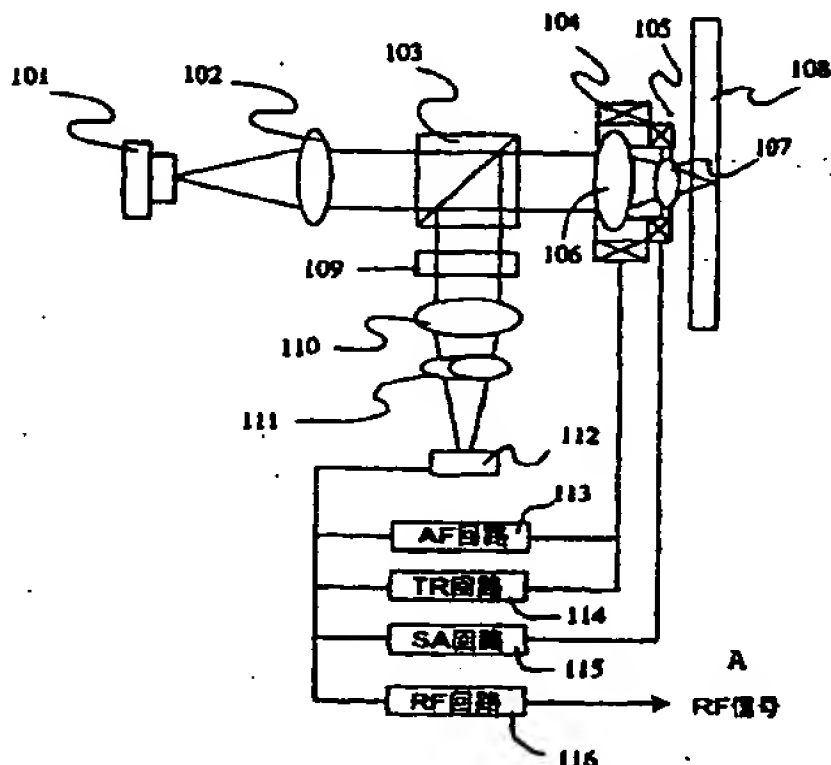
(10) 国際公開番号
WO 02/21520 A1

- (51) 国際特許分類⁷: G11B 7/09, 7/135 (72) 発明者; および
(21) 国際出願番号: PCT/JP01/07422 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 島野 健 (SHI-MANO, Takeshi) [JP/JP]. 前田武志 (MAEDA, Takeshi) [JP/JP]. 助田裕史 (SUKEDA, Hirofumi) [JP/JP]; 〒185-8601 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立製作所 中央研究所内 Tokyo (JP).
(22) 国際出願日: 2001 年 8 月 29 日 (29.08.2001)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ: 特願2000-274989 2000 年 9 月 6 日 (06.09.2000) JP (74) 代理人: 弁理士 作田康夫 (SAKUTA, Yasuo); 〒100-8220 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社日立製作所 (HITACHI, LTD.) [JP/JP]; 〒101-8010 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地 Tokyo (JP). (81) 指定国 (国内): JP, US.
規則4.17に規定する申立て:
— すべての指定国のための不利にならない開示又は新規性喪失の例外に関する申立て (規則4.17(v))

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL HEAD AND OPTICAL DISK DEVICE

(54) 発明の名称: 光ヘッドおよび光ディスク装置



(57) Abstract: In the past there has been a problem that on a detection surface the influence of interference causes a defocusing signal to degrade, narrowing the range in which spherical aberration can be stably detected. Accordingly, a diffraction grating is used to focus the inner and outer sides of luminous flux on separate optical detectors before the optical flux is focused on an optical detector and defocusing signals are independently calculated to find the difference therebetween, thereby providing a spherical aberration signal. This makes it possible to detect spherical aberration signals more stably.

(57) 要約:

従来は、検出面上では干渉の影響で焦点ずれ信号が劣化し、球面収差を安定に検出できる範囲が狭くなるという問題がある。

そこで、光検出器に集光する前に、回折格子により光束の内側と外側を別々の光検出器に集光させるようにし、それぞれ独立に焦点ずれ信号を演算したのちにこれらの差を得ることによって球面収差信号を得る。

これにより、球面収差信号をより安定に検出できる。

BEST AVAILABLE COPY

WO 02/21520 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告書

— 不利にならない開示又は新規性喪失の例外に関する
申立て

2文字コード及び他の略語については、定期発行される
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

明細書

光ヘッドおよび光ディスク装置

5 技術分野

本発明は光ヘッド、光ディスク装置に係り、特に基板厚さずれや、高NA用2枚対物レンズにおける球面収差の補正技術に関する。

背景技術

- 10 近年、光ディスクは高密度化の一途をたどり、民生用再生専用光ディスクである0.65GBのCD-ROMに対して4.7GBのDVD-ROMが発売されている。記録可能な大容量光ディスクとしては2.6GBのDVD-RAMがすでに実用化され、平成12年上半期中にはその大容量版である4.7GB容量のものが発売される見通しである。このような記録可能なDVDは、コンピュータ用のストレージメディアとしての用途のみならず、巻き戻しや早送り
15 りが不要のビデオ画像記録用としての応用の要求が高まっており、平成11年末にはすでに光ディスクを用いたビデオレコーダが発売され始めている。DVD-RAMを用いたビデオレコーダも4.7GB容量版から、サポートされる見込みであり、CDやDVD-ROMとの互換性の点で、市場からの期待は大きい。しかし容量は4.7GBに留まらず、さらに今後の衛星放送のデジタル化に伴い、高精細動画を2時間録画可能な20GBの大容量化が望まれている。
20
- 25 光ディスクの記録密度は記録再生する光スポットの大きさ λ/NA

(λ : 光波長、 NA : 対物レンズ開口数) によりほぼ制限される。
したがって大容量化のためには波長を短くするか、開口数を大きく
することが必要である。波長については近年、波長 410 nm の青
紫色半導体レーザの開発が進んでいる。現状の 4.7 GB の DVD
5 では波長 650 nm であるため、青紫色半導体レーザを用いるだけ
で、原理的にはこれらの波長比の2乗で約 2.5 倍、約 12 GB の容
量は実現できることになる。しかしこれをさらに 20 GB まで高め
るには、 NA を 1.3 倍、すなわち現状 DVD の 0.6 に対して 0.78
78 まで高める必要がある。

10 このように NA を増大させる従来の技術としてはたとえば特開平
11-195229がある(第1の従来例)。ここでは2群2枚の対物レンズ
を用いて、 NA を最大 0.85 まで高めている。このとき、 NA が
大きくなるとそれにともなって光学系のずれや、ディスク基板の厚
さと傾きの誤差などで発生する収差が増大する問題がある。これに
15 対して上記従来例においては、ディスク傾きにより発生するコマ収
差を低減するためには基板の厚さを 0.1 mm まで薄くし、基板厚
さ誤差により発生する球面収差についてはディスクの表面と記録面
の焦点ずれ信号の差から基板の厚さを検出し、それに基づいて2枚
のレンズの間隔を変えて球面収差を補償している。

20 さらに他の従来例としては特開2000-057616がある(第2の従来
例)。ここでは上記のように球面収差を補償するための制御信号を、
光検出器上で光スポットの内側と外側を分離して検出した非点収差
方式による焦点ずれ信号の差信号によって検出している。またこの
ときそれらの和の信号を焦点ずれ信号としている。

25 しかし、上記第1の従来例においては、表面と記録膜面からの焦

点ずれ信号から基板厚さを検出することで球面収差を検出しているが、この場合には直接球面収差を検出しているわけではないため、基板の屈折率のずれや、光検出器のずれ等の影響で誤差が生じやすく、制御が難しいという問題点がある。

- 5 また第2の従来例においては、後で詳細に説明するように、球面収差そのものによる焦点ずれ信号波形の劣化が大きく、球面収差の検出可能な焦点ずれ範囲が狭いという問題点がある。さらに球面収差による焦点ずれ信号のオフセットも大きい。

- 10 以上の課題に鑑み、本発明の目的は、基板厚や光学系のずれにと
もなう球面収差を、精度よく、安定に検出し、これを補正するとともに、オフセットの少ない焦点ずれ信号を検出し、安定に光ディスクの記録再生を行う光ディスク装置を提供することである。

発明の開示

15 (解決手段)

- 上記課題を解決するための本発明の光ヘッドは、基本的に、半導体レーザと、その光を光ディスク上に集光する光学系と、集光される光の焦点位置を可変にする可変焦点機構と、集光される光に可変の球面収差を付加する球面収差付加機構と、光ディスクからの反射光を半導体レーザから光ディスクまでの光路から分岐する光分岐素子と、分岐された反射光を集光するレンズと、このレンズにより集光された光を受光して電気信号に変換する受光素子から構成される。

- 20 このとき光分岐素子によって分岐された反射光を、さらに光軸付近の第1の光束と周辺部の第2光束に分離して前記受光素子に集光
25 されるように分岐させる第2の光分岐素子を付加する。この光分岐

素子は実質的にホログラムとなる。球面収差付加機構としては、2
群2枚の対物レンズの間隔を可変とする静電アクチュエータ、また
は電氣的に透過光の位相を制御する液晶フィルタを用いる。またこ
れらの2つの焦点ずれ信号の和信号を焦点ずれ信号とする。これを
5 用いて前記可変焦点機構を制御する。可変焦点機構には実質的に対
物レンズを搭載して可動する静電アクチュエータを用いる。

このとき第1、第2の光分岐素子を一体として光学系を簡素化す
ることができる。

また一体となった光分岐素子を偏光性ホログラムとすることで、
10 光量損失を抑えることができる。

また第1の光分岐素子を偏光性素子とし、球面収差付加機構を液
晶素子とし、液晶素子を半導体レーザと第1の光分岐素子の間に配
置することで、光ヘッドを小型化するとともに、液晶素子を往路光
学系にのみ用いることで光量損失を抑えることができる。ここで、
15 偏光性素子とは、偏光ビームスプリッタと偏光性回折格子など、分
岐する光量比に対して入射偏光依存性のある光学素子をいう。

また第1の光分岐素子は無偏光性素子とし、球面収差付加機構を
液晶素子として第1の光分岐素子と対物レンズの間に配置する事で、
光ヘッドを小型化すると共に、液晶素子による球面収差が往復光路
20 で作用するため、後で述べる球面収差のオフセットなどの影響を回
避することができる。ここで、無偏光性素子とは、無偏光ビームス
プリッタや、無偏光回折格子など、分岐する光量比に対して入射偏
光依存性のない光学素子をいう。

また半導体レーザから対物レンズまでの光学系に影響しない、第
25 1の光分岐素子と光検出器の間の光学素子では、レンズなど球面収

差を発生する光学素子を配置しないようにすることにより、検出される球面収差と補償される光ディスク面上の球面収差にオフセットが生じないようにすることができる。

また対物レンズと球面収差付加機構を一体として固定する事により、トラッキング制御に伴うレンズ偏心に起因して発生する球面収差補正の軸ずれの影響をなくすることができる。

また対物レンズの有効光束系を1 mm以下とし、半導体レーザ、球面収差付加機構、第1、第2の光分岐素子、対物レンズ、光検出器を一体として固定して可変焦点機構に搭載することで、光ヘッドを小型化できるとともに、トラッキング制御に伴うレンズ偏心に起因して発生する球面収差補正の軸ずれの影響をなくすることができる。基板厚0.1 mmの光ディスクであれば、対物レンズの有効径を1 mmとしても、1枚のレンズでワーキングディスタンス0.1 mm以上を確保することができる。対物レンズの有効光束系を1 mm以下とする根拠を図33を用いて説明する。図33はNA0.85、ディスク基板厚0.1 mm、基板屈折率1.62、対物レンズ屈折率1.8、単レンズの対物レンズの第1面曲率半径が光束径の1/2という条件において、有効径に対するワーキングディスタンスの計算結果である。ここでは松居吉哉「レンズ設計法」(共立出版、1989年、初版第7刷)に基づき、収差論から解析的に導かれた球面収差の値が極小となるレンズ厚において、ワーキングディスタンスを解析的に求めた。第1面曲率半径が光束径の1/2という条件は、幾何学的にはレンズが成立するためのギリギリの条件であるが、実際上は非球面形状であるため、この近傍であればレンズは成立する。これにより、NA0.85、基板厚0.1 mmであっても、有

効径 1 mm でワーキングディスタンスが 0.1 mm 程度は確保できることがわかる。これは図 11 に示した有効径 3 mm の 2 枚組レンズのワーキングディスタンス 0.13 mm とほぼ同等であり、十分実現可能である。

- 5 また球面収差付加機構と対物レンズが一体になっていない場合には、トラッキング制御のために対物レンズが半径方向に移動したとき、球面収差付加機構によって発生する球面収差の軸が対物レンズの光軸からずれて、実効的にコマ収差が発生する。コマ収差付加機構を付加することで、これを補償することができる。また球面収差
- 10 付加機構と対物レンズが一体となっている場合にも、光ディスク基板が傾いた場合に発生するコマ収差に対して有効である。

また光ヘッドを小型に構成する場合には、半導体レーザチップが光検出器の基板上に一体に構成することで、組立調整を容易にすることができる。

- 15 また光ディスクのトラックピッチが細かい場合には、球面収差の検出補償を、差動プッシュプル方式によるトラッキングと組み合わせることで、トラッキング制御に伴う対物レンズ移動によるオフセットをキャンセルすることができる。この場合には対物レンズに向かう光束中に、光束の内側と外側を異なる方向に回折させる回折格子
- 20 子を設定するとともに、外側の光束はディスクの略接線方向に、内側の光束は略半径方向に回折させる。特に外側の光束は回折されない 0 次光の両側に実質的に光ディスクの案内溝またはピット列の周期の $1/2$ だけずれて配置されるようにする。ここで「実質的」の意味は 0 次光と回折される ± 1 次光のずれが、 $1/2$ 周期でも、 n を整数
- 25 数として $(n + 1/2)$ 周期でも、実質的に同じであること、また

は $1/2$ 周期を意図して回折格子の方位を調整したとしても、信号に影響を生じない誤差範囲 ($\pm 1/8$ 周期以内程度) では効果は実質的に同じであることを意図している。また同様にして「略接線方向」の意味も上記の「実質的」なずれを含んだ接線方向ということの意味している。

このようにすることで外側の光束からは、レンズ移動によるオフセットは 0 次光と同じ極性のまま、0 次光とは極性の反転したトラッキング信号が得られる。したがってこれらの差動出力をとることで、オフセットがキャンセルされたトラッキング信号を得ることができる。トラックピッチが細かい場合には内側の光束には回折光による干渉の影響が現れないため、略半径方向に配置することで回折光の回折角を対物レンズの画角の許容範囲以下に容易に抑えることができる。ここで「略半径方向」の意味は、上記のように内側の光束では回折光による干渉の影響が現れないため、案内溝との相対位置はほとんど無関係であるため、検出時に外側の光束と分離が可能な範囲内ということである。

また内側と外側の光束の分離をディスクからの反射光路中で行う場合には、焦点検出の方式として非点収差法を用いることで、光検出器からの信号出力線数を減らすことができる。この場合には光束の内外分離のための回折格子において非点収差を付加するようなパターンとすればよい。

また上記課題を解決するための光ディスク装置は、上記光ヘッドと、その受光素子の電気信号から、再生信号と焦点ずれ信号を得る演算回路から少なくとも構成される。そして前記第 1 の光束と前記第 2 の光束の各々についてそれぞれ第 1、第 2 の焦点ずれ信号を独

立に検出して、実質的にそれらの差信号により球面収差にほぼ比例する信号を得る。これを用いて球面収差付加機構を制御し、集光スポットの球面収差を低減する。ここで球面収差検出信号の演算に関して「実質的」という言葉で意味しているのは、回路演算の順序が、

5 まず第1の光束の焦点ずれ信号と、第2の光束の焦点ずれ信号を、それぞれ独立に演算してから、その差信号を演算するという順序だけでなく、演算の結果が実質的に等価になるような他の順序の演算（たとえば、結果に対して+の極性に寄与する成分と、-の極性で寄与する成分をすべて足し合わせたのちに、それらの差をとるな

10 ど）も含むということである。

またこのような光ディスク装置において、液晶素子などを偏光ビームスプリッタと $\lambda/4$ 板を組み合わせる光学系において用いる場合に、液晶素子により位相差が付加されるのは1方向の直線偏光成分のみであるため、球面収差はディスクの向かう往路の光束のみに

15 作用することになる。ここで、 $\lambda/4$ 板とは、光軸に垂直な面内において、入射する直線偏光が直線偏光のままで透過しうるような、直交する2つの光学軸を有し、それぞれの光学軸の方向に偏光した直交する2つの直線偏光の入射光に対して4分の1波長の位相差を与える光学素子をいう。このような光学素子は2つの光学軸に平行

20 な直線偏光が、同じ振幅で同位相で入射している場合、すなわち光学軸に対して 45° 傾いた直線偏光を入射させる場合には、透過する光を円偏光に変換する効果がある。なぜならディスクに向かう光が $\lambda/4$ 板を透過すると円偏光になり、ディスクを反射して戻る光束が再び $\lambda/4$ 板を透過すると、往路とは直交する偏光方向の直線

25 偏光となるからである。ところが光検出器によって検出され、演算

によって求められる球面収差は、往路、復路、両方の光路によって加わる球面収差が反映されるため、実質的にこの信号をそのまま球面収差補償機構にフィードバックすると往復の球面収差が往路光路のみで補償されて光検出器上で球面収差がないように制御されるため、光ディスク上のスポットではもともと片道分の球面収差しか加わっていなかったところを、往復分の球面収差が往路のみで補償されてしまうため、差し引きもとの球面収差と同じ量だけ逆符号で球面収差が残留することになる。したがってこれを防ぐためにはディスク面上での球面収差がゼロとなるようにフィードバック系を構成する。ここで「実質的」という言葉で意味しているのは、すでに述べたように回路演算の順序が、演算の結果が実質的に等価になるような他の順序の演算も含むということである。

またたとえばそのために、電氣的に球面収差付加機構を駆動する駆動信号を球面収差誤差を増幅する系にフィードバックするループを設ける。

さらにまたこれらの光ディスク装置において、ディスク面上の球面収差だけが補償されることになるので、復路の球面収差は補償されないことにより、この場合に焦点ずれ信号にオフセットが生じる。これを補償するために、検出された球面収差信号に応じて、焦点ずれ信号のオフセットを補償するために、球面収差信号に適当な係数を乗じて、可変焦点機構の駆動信号に付加して、可変焦点機構を駆動する。

また球面収差付加機構と対物レンズが一体になっていない場合には、すでに述べたように、トラッキング制御のために対物レンズが半径方向に移動したとき、球面収差付加機構によって発生する球面

収差の軸が対物レンズの光軸からずれて、実効的にコマ収差が発生する。コマ収差付加機構のある光ヘッドを用いた光ディスク装置において、これを補償するために対物レンズの移動量を検出し、これを用いてコマ収差付加機構を駆動する。

- 5 またたとえば対物レンズの移動量を検出するために、分岐された光軸付近の光束の、ディスク半径方向のアンバランスを検出する。ディスクのトラックピッチが十分狭い場合には、ディスクの案内溝による回折光は光束の周辺部分に偏るため、光軸付近の光束にはこれらの回折光による干渉の影響が現れない。したがってこの領域の
- 10 光をディスク接線方向の直径で分割される2つの領域において独立に検出しその差を求めることで、トラッキングに伴う対物レンズの半径方向への移動を検出することができる。

- また、光ディスクのトラックピッチが細かい場合には(すなわち、対物レンズの開口数 NA 、波長 λ に対してトラックピッチ λ/NA
- 15 μm 未満のとき)、球面収差の検出補償を、差動プッシュプル方式によるトラッキングと組み合わせることで、トラッキング制御に伴う対物レンズ移動によるオフセットをキャンセルすることができる。この場合にはすでに述べたように、対物レンズに向かう光束中に、光束の内側と外側を異なる方向に回折させる回折格子を設けるとと
- 20 もに、外側の光束はディスクの接線方向に、内側の光束は半径方向に回折させる光ヘッドを用いる。特に外側の光束は回折されない0次光の両側に光ディスクの案内溝またはピット列の周期の $1/2$ だけずれて配置されるようにする。このようにすることで外側の光束からは、レンズ移動によるオフセットは0次光と同じ極性のまま、
- 25 0次光とは極性の反転したトラッキング信号が得られる。したがっ

- てこれらの差動出力をとることで、オフセットがキャンセルされた
トラッキング信号を得ることができる。トラックピッチが細かい場
合には内側の光束には回折光による干渉の影響が現れないため、半
径方向に配置することで回折光の回折角を対物レンズの画角の許容
5 範囲以下に容易に抑えることができる。このようにして得られたト
ラッキング信号によりトラッキング制御機構を制御する。同時に光
束の内外で分離された光束それぞれについて、焦点ずれ検出を行い、
それらの差から球面収差、和から焦点ずれを検出して、それぞれ球
面収差付加機構と、焦点ずれ制御機構の制御を行う。
- 10 あるいは他の方法として、球面収差制御機構を有する光ディスク
装置において、光ディスク上の記録層に焦点制御を開始したのちに、
焦点位置を合焦位置から前後に動かし、前記トラッキング信号の振
幅の変化から球面収差を検出して球面収差制御機構を駆動する。
- 15 図面の簡単な説明
- 図 1 は、本発明による光ディスク装置の基本的な実施形態、
 図 2 は、図 1 の実施形態における光分離プログラム 109 のパタ
 ーンの概略図、
 図 3 は、図 1 の実施形態における光検出器 112 の受光面パター
20 ンと回路演算方法、
 図 4 は、球面収差の検出原理を説明する図、
 図 5 は、球面収差による本発明の分離光束焦点ずれ信号シミュレ
 ーション、
 図 6 は、本発明による球面収差信号シミュレーション、
25 図 7 は、球面収差による従来例の分離光束焦点ずれ信号シミュレ

ーション、

図 8 は、従来例による球面収差信号シミュレーション、

図 9 は、本発明による球面収差信号シミュレーション、

図 10 は、従来例を用いた 2 枚レンズ計算例のモデル、

5 図 11 は、従来例の 2 枚レンズ形状、

図 12 は、2 枚レンズ間隔による球面収差の変化、

図 13 は、2 つの光分岐素子が一体となった場合の実施形態、

図 14 は、本発明による他の実施形態、

図 15 は、図 14 の回折格子を説明する図、

10 図 16 は、図 14 の光検出器を説明する図、

図 17 は、図 14 の球面収差補償系を説明する図、

図 18 は、球面収差補償機構が入射光の収差量を補償する実施形態、

図 19 は、上記実施形態の制御ブロック図、

15 図 20 は、上記実施形態における球面収差補正回路の回路図、

図 21 は、制御系の部分における伝達周波数特性、

図 22 は、位相進み補償回路の周波数特性、

図 23 は、制御系の開ループ伝達関数特性、

図 24 は、無偏光ビームスプリッタを用いる場合の実施形態、

20 図 25 は、片道光路での球面収差の発生を抑えた実施形態、

図 26 は、図 25 の実施形態における偏光性回折格子パターン、

図 27 は、図 25 の実施形態における検出器パターンと信号演算方法、

図 28 は、液晶位相補償素子をアクチュエータに搭載する実施形態、

25 態、

- 図 29 は、コマ収差補償機能つきの実施形態、
- 図 30 は、液晶位相補償素子の構造図、
- 図 31 は、液晶駆動回路、
- 図 32 は、小型光ヘッドの実施形態、
- 5 図 33 は、対物レンズのワーキングディスタンスと有効径の関係、
- 図 34 は、レーザモジュール斜視図、
- 図 35 は、レーザモジュール検出器パターンと信号演算方法、
- 図 36 は、小型光ヘッド用偏光性回折格子パターン、
- 図 37 は、小型光ヘッドによる光ディスク装置の実施形態、
- 10 図 38 は、トラックピッチの細かいディスクでの本発明の実施形態、
- 図 39 は、図 38 の実施形態における回折格子パターン図、
- 図 40 は、図 38 の実施形態における光ディスク上スポット配置概略図、
- 15 図 41 は、図 38 の実施形態における光検出器受光パターンと信号演算方法、
- 図 42 は、図 38 の実施形態の回折格子を検出光学系に配置する実施形態、
- 図 43 は、図 42 の実施形態における光検出器受光パターンと信号演算方法、
- 20 図 44 は、図 38 の実施形態における他の検出方式における光検出器受光パターンと信号演算方法、
- 図 45 は、球面収差がある場合のプッシュプル信号のデフォーカス特性、
- 25 図 46 は、フォーカスオフセットを加えたときのプッシュプル信

号差による球面収差信号の計算結果、

図47は、制御補償系のブロック図、

図48は、低域フィルタを挿入した制御補償系のブロック図、

図49は、片道光路にのみの球面収差を補償する制御系実施形態
5 のブロック図、

図50は、図32の実施形態に用いるレーザモジュールの他の実
施形態、

図51は、図50の実施形態において用いる回折格子パターン、

図52は、基板厚ずれに起因する検出器上球面収差による焦点ず
10 れ信号計算結果、

図53は、図52における球面収差に対する焦点ずれ信号オフセ
ット量、

図54は、片道の球面収差のみを補正する場合の焦点ずれ信号オ
フセットを補償する光ディスク装置の実施形態

15 図55は、球面収差が残留する場合の焦点ずれ信号オフセットを
補償したあとの焦点ずれ信号計算結果、

を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

20 (実施例1)

以下、図を用いて本発明の実施の形態を説明する。

図1は本発明による光ディスク装置の基本的な実施形態である。

半導体レーザ101からの光はコリメートレンズ102により平
行光となり、ビームスプリッタ103を透過し、2群2枚の対物レ
25 ンズ106、107により光ディスク108の記録膜面に、基板越

しに集光されている。ビームスプリッタは請求項に記載の第1の光分岐素子に相当している。2群2枚の対物レンズは第1レンズ106が、2次元アクチュエータ104に搭載され光軸方向と光ディスクの半径方向に駆動される。第2レンズ107は第1レンズと一体となつて駆動される球面収差補正用アクチュエータ105に搭載され、2枚のレンズの間隔を可変され、その間隔に応じた球面収差を発生させる。光ディスク108から反射された光はビームスプリッタ103を反射し、光分離ホログラム109に入射し、図示しない光軸付近の光と周辺部分の光が、異なる方向に分離され、ともに集光レンズ110により、シリンドリカルレンズ111を通して光検出器112に入射している。光検出器112には複数の受光領域があり、これらの光を複数の受光領域で分割して検出し、光電流に変換する。それらを焦点ずれ信号検出回路113、トラッキング誤差信号検出回路114、球面収差信号検出回路115、再生信号検出回路116により、電圧信号としてそれぞれの信号を出力する。焦点ずれ信号は、2次元アクチュエータ106の焦点方向の駆動信号としてフィードバックされ、光ディスク上に常に最良な像点が結像されるように制御される。トラッキング誤差信号は2次元アクチュエータ104のディスク半径方向への駆動信号としてフィードバックされる。球面収差信号は球面収差補正用アクチュエータ105にフィードバックされ、光ディスク108の基板厚さのばらつきや、レンズ間隔ずれによる球面収差を補償するように制御される。再生信号検出回路116においては、電流電圧変換や、波形等化处理、2値化处理等を含み、光ディスクに記録されている信号を再生する。

図1において、コリメートレンズ102は、集光レンズ109と共

- 用化して、ビームスプリッタ103と第1レンズ106の間に配置することも可能である。また光利用効率を向上させるためには、ビームスプリッタ103と第1レンズ106の間に1/4波長板をおいて、ビームスプリッタ103を偏光ビームスプリッタとすればよい。
- 5 また本実施例においては焦点ずれ検出方式としては、非点収差方式を用いる場合を示すためにシリンドリカルレンズ111を配置しているが、例えばナイフエッジ方式や、ビームサイズ方式を用いる場合には不要となる。非点収差方式の場合にも、非点収差を発生させる素子であればよく、例えば傾いた平行平板で代用することもできる。
- 10 また本実施形態においては球面収差補償機構としては2群2枚の対物レンズの間隔にフィードバックしているが、これはたとえばコリメートレンズ102をアクチュエータに搭載して動かしてもよい。また電圧駆動の液晶可変位相変調素子を用いて、波面を直接変調してもよい。
- 15 図2に図1の実施形態における光分離ホログラム109のパターンの概略図を示す。入射光束201の径に対して、光量でほぼ等分になるような半径で境界202を設定し、その内側領域203と外側領域204で回折格子の方向を異ならせる。これにより光束の内側と外側が分離されて検出器112上に集光されることになる。ここでは非点収差方式による例を示したが、例えばナイフエッジ方式
- 20 ではさらに光束を2分割する少なくとも1本の直径をさらに境界として分割される領域についても回折格子の方向を異ならせればよい。ビームサイズ検出方式であれば、図2の内側と外側で格子の方向を異ならせたまま、回折光に対してレンズ作用をさせるように格子を
- 25 曲線格子とすればよい。

図3に図1の実施形態における光検出器112の受光面パターンと、その出力信号から焦点ずれ信号、球面収差信号、トラッキング誤差信号、再生信号を得る回路演算方法を示す模式図を示す。光分離ホログラム109により光束の内側と外側に分離された光は4つの受光領域301、302、303、304により受光される。このうち4分割受光領域301、302で外側光束1次回折光305、内側光束1次回折光306を受光し、非分割受光領域303、304で外側光束—1次回折光307、内側光束—1次回折光308を受光する。これらの受光領域の出力をバッファアンプ309で電圧に変換し、抵抗310で決定される適当なゲインで差動アンプ311、312、313、314、315、316を加減演算する。このとき内側光束と外側光束で、それぞれ2組の対角領域をそれぞれ加算したのち差を演算して独立の焦点ずれ信号を得たのち、内側と外側の焦点ずれ信号を加算することで焦点ずれ信号を求め、減算することで球面収差信号を求める。このとき光束の内外の分割の光量比が均等でない場合には、抵抗310を可変抵抗として、調整すればよい。トラッキング誤差信号はここではプッシュプル方式を用い、光束に対してディスクの半径方向の直径で分割される2つの領域の検出光量の差を得るように演算する。通常のプッシュプル方式では接線方向の直径で分割される2つの領域の受光光量の差の演算を行うが、図1の実施形態では非点収差焦点ずれ検出方式を用いているため、非点収差による最小錯乱円において、光束の方向が90°回転し、ディスクの案内溝による回折パターンが接線方向に現れる。そのため分割は半径方向の直径で行う。

次に図4を用いて球面収差の検出原理を説明する。球面収差があ

ると図に示すようにレンズ401で集光される光線のうち、光軸に近い光線と、光軸から遠い光線で焦点の位置が異なる。したがって光束の内側と外側に分離すると、それぞれの焦点ずれ信号は、この焦点位置のずれに伴ってずれることになる。したがって光束の内側と外側の焦点ずれ信号の差が球面収差をあらわすことになる。前記した第2の従来例においても、非点収差焦点ずれ検出において検出器上で光束を内側と外側に分離しているため、本発明とほぼ同様の原理で球面収差の検出が可能となる。しかしながら検出器上で分離すると、収差が大きい場合に光束の内側と外側の光線が重なって完全に分離できない上に、それらの重なりあった光による干渉で信号が劣化する。そこで本発明では検出器に入射する前に内側の光束と外側の光束を分離するのである。

分離の位置（第2の光分岐素子の位置）は後で図を用いて説明するように、効果の違いによりいくつかの選択が可能である。まず第1には第1の光分岐素子と光検出器の間が考えられる。この場合には偏光性のない回折格子（無偏光回折格子）を用いて、内側の光束と外側の光束が異なる光検出器位置に分離するのがよい。このときに回折格子の位相を適切に選択することで、100%回折するようにするのではなく、0次光を残すようにすると、内側と外側を分離しない光も同時に検出することができる。たとえばこれをRF信号とすれば、光検出器を分割することなく、光束の全域の光を検出することになるので、電流電圧変換のアンプのノイズ等が複数個分混入することを防ぐことができる。また第2には第1の光分岐素子と対物レンズの間が考えられる。この場合には偏光性回折格子を用いるのがよい。そしてたとえばディスクに向かう光束（往路光束）では

光が回折されないようにし、ディスクで反射して戻る光束（復路光束）で回折されるようにすることで、光量の損失を抑えることができる。偏光性回折格子は無偏光回折格子に比べて、往路光束で回折されない条件と復路光束で0次光を残す構成とする条件の両立が製造上、膜厚の精度が困難になる場合がある。しかしながら原理的に不可能であるわけではない。さらにこの場合には往路光束で回折されて、復路光束で回折しないような構成も可能である。このときディスク面上では分離される複数の光束の光スポットが生じる。これらを用いれば、たとえば後で説明する差動プッシュプル法によるトラッキング制御信号を得ることができる。このトラッキング方法はトラックピッチが光スポット径に比べて細かい場合に有効である。またさらに第3の位置としては半導体レーザと第1の光分岐素子との間が考えられる。この場合にはディスクを反射した光束は再びこの分離素子を通らないので、無偏光回折格子を用いて、内側の光束と外側の光束を分離するのがよい。無偏光回折格子では回折効率が自由に選択できると同時に、偏光性回折格子に比べて安価であるメリットもある。この場合には光ディスク上には回折した光束による複数の光スポットが形成される。上で説明したように、この場合もトラックピッチが光スポット径より狭い場合で差動プッシュプル法を用いるのが有効である。第4の位置としては第1の光分岐素子と共用することが考えられる。この場合には半導体レーザと光検出器が同じパッケージに実装されたレーザモジュールの場合に有効である。このとき光分岐素子としては偏光性回折格子を用いるのがよい。第1の光分岐素子と共用とすることで、回折されない0次光は半導体レーザに戻るため、往路光束では回折せず、復路で回折されるよう

にし、0次光を残さずすべて回折されるようにするのがよい。

また光束を分離して検出することで、実質的に収差を低減することもできる。収差は通常波面収差のRMS値を直接の評価指標とするが、光束を分割して制限すると、それぞれの光束ではRMS波面
5 収差が小さくなる。そのため焦点ずれ信号の劣化が少なくなり、オフセット等も軽減されることが期待できる。また以下の説明における球面収差の符号を図に示したように定義した。

図5は本発明における球面収差の検出原理を計算機シミュレーションにより確認した結果である。シミュレーションはスカラー回折
10 理論に基づき、検出器上の光強度分布をフーリエ積分により求めた。焦点ずれ検出方式は非点収差法である。計算条件は波長655nm、リム強度0.57、対物レンズNA0.6、検出系集光レンズNA0.088、検出系非点格差0.92mm、4分割光検出器サイズ100 μ m \square 、検出器分割線幅10 μ m、光束分割境界直径有効口径比70.7%である。グラフ横軸は光ディスク上のスポットの焦点
15 ずれ量、縦軸は振幅で規格化した焦点ずれ信号である。(a)は球面収差をザイデルの波面収差係数で -0.6λ 、(b)は無収差、(c)は $+0.6\lambda$ の場合で、それぞれ光束の内側のみの信号と、外側のみの信号と、全体を同時に検出したときの信号である。球面
20 収差により、光束の内外の焦点ずれ信号がシフトしていることがわかる。

図6はこの結果を用いて本発明における球面収差信号を計算した結果である。(a)は横軸に光ディスク上のデフォーカス量を取り、球面収差を変えて縦軸に球面収差信号を示している。合焦位置を中心
25 心として $\pm 3\mu$ m程度の範囲で球面収差に比例した信号が得られて

いることがわかる。(b)は横軸に球面収差をとり、デフォーカスを変えて球面収差信号を示している。デフォーカスがあるとやや球面収差信号にオフセットが加わるものの、ほぼ良好に球面収差に比例した信号が検出できていることがわかる。

5 図7は比較のために前記の第2の従来例に従い、光束中でなく、検出器上で光束の内外を分割してそれぞれの焦点ずれ信号を計算したものである。図5と比較するとかなり信号の波形が劣化していることがわかる。特に球面収差があると内外でDC的なオフセットが生じている。

10 図8は図6と同様の計算を従来例に基づき、検出器上の光束分割で計算したものである。図6と比較して球面収差信号がデフォーカスに対して急激に変化することがわかる。このため(b)に示すように、球面収差に対する信号の感度がデフォーカスにより急激に低下したり、DCオフセットが増大することがわかる。

15 図9は球面収差に対する焦点ずれ信号のオフセットの計算結果である。全光束では球面収差により焦点ずれ信号のオフセットが大きくなるが、本発明にもとづいて、内外の光束を分離して検出するとオフセットが非常に小さくなることがわかる。

図10は検出した球面収差をレンズ間隔により補償する2枚レン
20 ズの補償効果を確認するための計算モデルである。これは前記の第1の従来例で示されているレンズ形状であり、波長410nm、NA0.85の2群2枚の対物レンズである。ディスク基板108は厚さが0.1mmである。

図11にこのレンズの面形状を示す。面番号は図10の左から順
25 に番号づけされている。

図12にレンズ間隔を変えたときに発生する球面収差の計算結果を示す。縦軸はザイデルの球面収差係数であり、波長単位で示している。面間隔により球面収差が変化することがわかる。

5 (実施例2)

図13は第1、第2の光分岐素子が一体となった場合の本発明の光ディスク装置の実施例である。ここでは半導体レーザ1303、光検出器1302、1304は1つのパッケージ1301に一体化されており、2つの光分岐素子は1/4波長板と偏光性回折格子が一体となった複合光分岐素子1305となっている。複合光分岐素子1305は入射する半導体レーザからの偏光には入射側の偏光回折格子が作用せず、出射側の1/4波長板で円偏光とされディスク108を反射した光が再び1/4波長板に入射して、半導体レーザ出射時と偏光方向が90°回転した直線偏光となって偏光性回折格子15子に入射する。このときに回折格子の位相シフトが作用して回折し、コリメートレンズ102により光検出器1302、1304に集光される。偏光性回折格子のパターンは先に示したように焦点ずれ検出方式として非点収差方式を用いる場合には、検出器方向に回折すると同時に非点収差を生じる曲線回折格子とすればよい。光検出器20の受光面パターンとしては図3の中心にレーザの発光点が配置されるように、半導体レーザ1303を配置すればよい。たとえば光検出器基板にシリコンを用いれば異方性エッチングにより容易に45°に傾斜したミラーを形成できるので、このミラーを用いて半導体レーザの出射光を立ち上げるようにすれば、光検出器をその周囲25に配置するだけで、コンパクトに半導体レーザと光検出器を一体化

できる。

(実施例 3)

図 14 にさらに別の実施形態を示す。半導体レーザ 1401 から
5 の光をコリメートレンズ 1402 により平行光とし、ビーム成形プ
リズム 1403、1404 により楕円状の強度分布のビームを円形
ビームとし、液晶位相補償素子 1405 により球面収差を付加する。
液晶位相補償素子は透明電極をパターンニングした 2 枚のガラス基板
で液晶を挟んだもので、電極に交流電圧を印加することにより透過
10 光の位相を変化させることができる。電極を球面収差の波面形状に
合わせて複数領域に分離し、それぞれの領域で位相差を低減するよ
うな電圧を印加させる。液晶を透過した光は偏光ビームスプリッタ
1406、 $\lambda/4$ 板 1407、立上げミラー 1408、対物レンズ
1411 を通して、光ディスク 1412 に集光する。対物レンズは
15 アクチュエータ 1410 に搭載され、焦点制御、トラッキング制御
を行なう。光ディスク 1412 からの反射光は同じ経路を偏光ビー
ムスプリッタまで戻り、ここで反射されて $\lambda/2$ 板 1413 に入射
する。 $\lambda/2$ 板 1413 はその光軸まわりの回転により、次の偏光
ビームスプリッタ 1414 での光束の分離比を調節する際に用いる。
20 偏光ビームスプリッタ 1414 を透過した光は回折格子 1415 に
よりトラッキング信号を検出するために光束を半径方向、接線方向
の直径により 4 つに分割されて光検出器 1417 に入射し、その出
力をトラッキングサーボ回路 1422、再生信号回路 1423 で演
算することにより、それぞれトラッキング信号と、再生 RF 信号を
25 検出する。トラッキング信号はあとに述べる焦点ずれ信号とともに

アクチュエータ 1 4 1 0 にフィードバックされる。一方、偏光ビームスプリッタ 1 4 1 4 を反射した光は反射ミラー 1 4 1 8 で反射され、回折格子 1 4 1 9 で光束が分割され集光レンズ 1 4 2 0 により光検出器 1 4 2 1 に集光される。光検出器 1 4 2 1 からの出力から

5 AF サーボ回路、球面収差サーボ回路によりそれぞれ焦点ずれ信号、球面収差信号を検出し、焦点ずれ信号はアクチュエータ 1 4 1 0 にフィードバックされ、球面収差信号は液晶位相補償素子 1 4 0 5 にフィードバックされる。ここで先の実施形態と異なり、焦点検出にナイフエッジ法を用いる場合について以下に回折格子 1 4 1 9 と光

10 検出器 1 4 2 1 の構成を説明する。

図 1 5 は回折格子 1 4 1 9 の形態である。この回折格子は光束を内外に分離すると同時にディスクからの反射光束の中でディスクの半径方向の直径についても分割し、別々に検出することで、内側光束による焦点誤差信号と、外側光束による焦点誤差信号を独立に検

15 出する。

図 1 6 に光検出器 1 4 2 1 とそこに入射している回折格子 1 4 1 9 による回折光を示す。回折光は便宜上、焦点ずれのある場合を示しており、0 次光は図示していない。0 次光がほとんど生じないように回折格子 1 4 1 9 の格子の深さを調整することは容易である。

20 また 0 次光を生じさせて中心部にも受光部をおいて総光量を検出してもよい。ここでは回折光を 4 分割光検出領域 1 6 0 1、1 6 0 2、2 分割光検出領域 1 6 0 3、1 6 0 4 で受光している。4 分割光検出領域 1 6 0 1、1 6 0 2 からの出力を図のように検出し、図の下に示すように演算を行なうことにより球面収差信号 SAS を検出す

25 ることができる。ここで半導体レーザの強度分布ばらつきの影響な

5 などを補償するために、外側焦点ずれ信号と、内側焦点ずれ信号の差の演算においてゲイン G を内側焦点ずれ信号に乗じている。焦点ずれ信号 FES は 2 分割光検出領域 1 6 0 3、1 6 0 4 の出力から同様に図に示すように演算を行なうことにより得られる。ここでは別々の回折光を用いたが、もちろん内側焦点ずれ信号と外側焦点ずれ信号を加算することでも焦点ずれ信号を得ることはできる。このようなナイフエッジ法を用いた検出においては、ディスク面上の光スポットが合焦状態の場合に、光検出器面上の光スポットも焦点をむすぶ。したがってたとえば 2 層ディスクなどに適用する場合に、受光面
10 面のサイズをある程度小さく設計しておくことで、他の層からのクロストークを低減することができる。

図 1.4 に示した実施形態においては液晶素子がディスクへ向かう光線の光路にしか作用していないために、補償する球面収差は片道しか作用しない。ところがディスクの基板厚誤差などによって生じる球面収差は入射光だけでなく、反射光にも生じるため、光検出器
15 で検出される球面収差は往復分となる。したがって球面収差信号によりそのまま液晶位相補償素子を駆動して、検出光束の球面収差を 0 となるように制御すると、ディスク面上の焦点の球面収差は過補正となってしまう問題がある。これは液晶素子を偏光ビームスプリッタ 1 4 0 6 と対物レンズ 1 4 1 1 の間に挿入しても同様である。
20 なぜなら液晶素子は通常特定の方向の直線偏光でしか位相差が付加されないためである。ただし $\lambda/4$ 板 1 4 0 7 と偏光ビームスプリッタ 1 4 0 6 による光アイソレーションを用いない場合には液晶素子により往復光束で位相を付加することができるが光利用効率は低下する。
25 このような場合に焦点面上の光スポットの球面収差を補償

するための制御系の概略図を図 17 に示す。ここで光学系は簡略化して示している。液晶位相補償素子 1405 により球面収差 W' が作用し、ディスクの基板厚ずれにより片道 W の球面収差が作用する場合にディスク面上の焦点の球面収差は $W - W' = \delta$ となる。そしてさらに復路の光束でも球面収差が作用するため、光検出器 1421 位置の光束の球面収差は $2W - W' = \delta + W$ となる。これが検出系により球面収差信号として $SAS = \alpha(\delta + W)$ として検出されとする。 α は検出系のゲインで、フィードバック制御のため通常負とする。この信号が差動アンプ 1701 に入力され、先の信号から帰還された信号との差信号が、さらに増幅器 1702 で k 倍に増幅される。この信号は増幅器 1703 により γ 倍されて先の帰還信号とすると同時に液晶駆動回路 1704 に入力され、先に示した液晶位相補償素子 1405 により付加される球面収差 $-W'$ が液晶駆動回路への入力信号の β 倍とする。このとき、

$$k \left(SAS - \gamma \frac{-W'}{\beta} \right) = \frac{-W'}{\beta} \quad (\text{式 1})$$

が成り立ち、これより

$$\delta = W - W' = \frac{1 + k(\alpha\beta + \gamma)}{1 - k(\alpha\beta - \gamma)} W \quad (\text{式 2})$$

20 が導ける。したがって、

$$\gamma = -\alpha\beta \quad (\text{式 3})$$

となるようにゲイン γ を調節することにより、

$$\delta = \frac{1}{1-2k\alpha\beta} W \rightarrow 0 (k \rightarrow \infty) \quad (\text{式 4})$$

となり、ゲイン k が十分大きければ、ディスク面上の球面収差 δ を0に漸近させることができる。

(実施例4)

図18は本発明による光ディスク装置の別な実施形態である。

半導体レーザ101からの光はコリメートレンズ102により平行光となり、球面収差補正用アクチュエータ1801を介して、ビームスプリッタ103を透過し、2群2枚の対物レンズ106、107により光ディスク108の記録膜面に、基板越しに集光されている。ビームスプリッタは請求項に記載の第1の光分岐素子に相当している。2群2枚の対物レンズは第1レンズ106が、2次元アクチュエータ104に搭載され光軸方向と光ディスクの半径方向に駆動される。第2レンズ107は第1レンズと一体となって駆動される。光ディスク108から反射された光はビームスプリッタ103を反射し、光分離ホログラム109に入射し、図示しない光軸付近の光と周辺部分の光が、異なる方向に分離され、ともに集光レンズ110により、シリンダリカルレンズ111を通して光検出器112に入射している。光検出器112には複数の受光領域があり、これらの光を複数の受光領域で分割して検出し、光電流に変換する。それらを焦点ずれ信号検出回路113、トラッキング誤差信号検出回路114、球面収差信号検出回路1802、再生信号検出回路116により、電圧信号としてそれぞれの信号を出力する。焦点ずれ

信号は、2次元アクチュエータ106の焦点方向の駆動信号としてフィードバックされ、光ディスク上に常に最良な像点が結像されるように制御される。トラッキング誤差信号は2次元アクチュエータ104のディスク半径方向への駆動信号としてフィードバックされる。球面収差信号は球面収差補正用アクチュエータ1801にフィードバックされ、光ディスク108の基板厚さのばらつきや、レンズ間隔ずれによる球面収差を補償するように制御される。再生信号検出回路116においては、電流電圧変換や、波形等化处理、2値化处理等を含み、光ディスクに記録されている信号を再生する。図18において、コリメートレンズ102は、集光レンズ109と共用化して、ビームスプリッタ103と第1レンズ106の間に配置することも可能である。また光利用効率を向上させるためには、ビームスプリッタ103と第1レンズ106の間に1/4波長板をおいて、ビームスプリッタ103を偏光ビームスプリッタとすればよい。また本実施例においては焦点ずれ検出方式としては、非点収差方式を用いる場合を示すためにシリンドリカルレンズ111を配置しているが、例えばナイフエッジ方式や、ビームサイズ方式を用いる場合には不要となる。非点収差方式の場合にも、非点収差を発生させる素子であればよく、例えば傾いた平行平面板で代用することもできる。また本実施形態においては球面収差補償機構としては、たとえばコリメートレンズ102をアクチュエータに搭載して動かしてもよい。また電圧駆動の液晶可変位相変調素子を用いて、波面を直接変調してもよい。この実施例では入射光のみに球面収差補正が入るため、反射光で球面収差を検出し、そのままフィードバックをかける、これまで説明した制御系では以下に述べる問題が発生す

る。

この構成で検出した球面収差誤差を ε とする。入射光束は球面収差補償機構により y だけの波面収差を与えられて、ディスク面に入射する。ディスク面で発生する球面収差を x とすると、反射光で見ると
 5 ディスク面で発生した収差は $2x$ になるが、球面収差補償機構で与えられた収差はそのままの値となる。すると、球面収差検出系の検出誤差 ε をゼロとするように制御をかけると $y = 2x$ となり、ディスク面上では x 分だけ過補償となる。 $x = y$ となるような制御をしないとディスク面での球面収差をゼロにすることができない。

10 そこで、図 19 のような制御系のブロック構成を考えてみる。

ブロック 1901 は反射過程で発生する収差の 2 倍化を表わす。

ブロック 1902 は球面収差検出器を示し、収差誤差 ε を出力する。

系は基本的には収差検出器 1902、制御補償系 1904、球面収差補償アクチュエータ 1905 の要素から構成する。制御量は入射

15 光の球面収差 y であり、球面収差補償アクチュエータにより駆動させられる。直接目標値 x を測定することは不可能であるが、 $2x - y$ の偏差量を測定することが可能であるため、この系を用いて $x - y$ がゼロとなるフィードバック制御系を構成する。通常の制御系と異なるのは制御補償系 1904 を挿入したことである。。すると、

20 位相検出部から球面収差補償アクチュエータまでの開ループ一巡関数 G は

$$G = G_1 G_2 G_3 \quad (\text{式 5})$$

となる。また、閉ループ伝達関数 H は、式 6 のように表せる。

$$H = \frac{G_1}{1 + G_1} \quad (\text{式 6})$$

さらに、 x から見た y への伝達関数は $2 \cdot H$ となり、以下の式 7 のように表せる。

$$\frac{y}{x} = 2H \quad (\text{式 7})$$

5

$$x - y = \frac{G-1}{G+1}x \quad (\text{式 8})$$

$x - y$ をゼロにするためには、少なくとも x の取りうる帯域で、以下の式が成立する必要がある。

10

$$G = 1 \quad (\text{式 9})$$

すなわち

$$G_2 = \frac{1}{G_3} \quad (\text{式 10})$$

15 従って、式 9 の条件を満たすように G_2 を選択すればよい。

G_2 として以下の実施例が考えられる。

(1) 式 x にしたがって、 G_1 と G_3 の逆関数の積を作成する。

例えば、球面収差補償アクチュエータとして、液晶板を使用すると、駆動入力に対する波面位相量の周波数特性は図 4 6 のような低域フ

20 イルタの特性をしめす。したがって、 G_3 を以下の伝達関数で表す。

$$G_3 = \frac{K_3}{sT+1} \quad (\text{式 11})$$

G_1 は対象とする帯域ではほぼ定数、 K_1 と見なせる。したがって、

25 G_2 は以下の伝達関数となればよい。

$$G_2 = \frac{sT+1}{K_1 K_3} \quad (\text{式 1 2})$$

すなわち、 G_2 は K_1 と K_3 の積の逆数のゲインを持つ伝達関数と
 5 時定数 T の微分の伝達関数と定数1の和からなる伝達関数となる。
 G_2 は図47のように表される。このなかに、微分を含むことから、
 実際の制御系を構成するためには、高域でノイズが増加しないよう
 に、かつ制御系に影響をおよぼさないように制御帯域よりも高い周
 波数からゲインが低下する低域フィルタを G_1 から G_3 の間に入れ
 10 ておく。好適には微分回路の後に前述の低域フィルタを図48に示
 すように挿入する。

(2) この実施例では収差検出誤差をゼロとする系を基本系と考
 える。収差検出器1902、位相補償要素4902、増幅器4901、
 球面収差補償アクチュエータ1905の要素から構成されている。
 15 制御量は入射光の球面収差 y であり、球面収差補償アクチュエータ
 の入力に比例する。直接目標値 x を測定することは不可能であるが、
 $2x - y$ の偏差量を測定することが可能であるため、従来通りフィ
 ードバックをかけると $2x = y$ となる。

そこで、ブロック4903で球面収差補償アクチュエータの動き
 20 を電氣的に模擬し、ブロック4904で模擬した球面収差を電気信
 号に変換し、収差検出信号から差し引くこととした。すると収差信
 号から差し引いた後の信号は、 $(2x - y) - y = 2(x - y)$ に
 比例した信号となる。この信号でフィードバックをかけると、 $x =$
 y に制御されることになる。これを実現するブロック図を図49に
 25 示す。ブロック4903の伝達関数としては G_3 、ブロック490

4 の伝達関数は G_1 とすればよい。この構成で位相補償要素 4902 の伝達関数を g_1 、増幅器 4901 の伝達関数を g_2 とすると、 G_2 は次のように表される。

$$5 \quad G_2 = \frac{1}{G_1 G_3 + \frac{1}{g_1 g_2}} \quad (\text{式 13})$$

$g_1 \cdot g_2$ が 1 に比較して十分に大きいと、

$$10 \quad G_2 = \frac{1}{G_1 G_3} \quad (\text{式 14})$$

となり、 G_2 が G_1 と G_3 の積の逆関数となる。

以上の制御系を構成するために、 G_2 のブロックは図 20 に示すような構成となる。球面収差信号を差動アンプ 2005 のプラス端子に入力し、マイナス端子には球面収差補償アクチュエータを駆動する駆動回路 2002 の駆動電圧を球面収差補償アクチュエータ (アクチュエータ駆動回路の特性を含む) の伝達関数と収差検出器の伝達関数が直列につながった伝達関数をもつ模擬回路 2001 を通した信号を入力する。差動アンプ 2005 の出力は増幅器 2004 に入力され、その出力は 2 次積分回路 2006 を介して、位相進み補償回路 2003 に入力され、その出力が球面収差補償アクチュエータを駆動する駆動回路 2002 の駆動電圧となる。駆動回路 2002 の出力が球面収差補償アクチュエータ 1905 に入力され、入射光に球面収差を与える。

以下、制御系の設計方法について上記 (2) の制御系の構成を例 25 に述べる。位相補償回路 4902 は、2 次の積分回路 2006 と位

相進み回路 2 0 0 3 とからなる。2 次の積分回路は周波数に対してゲインがマイナス 4 0 dB/dec で減少する周波数特性を持つ。2 次の積分回路の特性を $K/(s^2)$ と表す。ここで、 $s=j\omega$ である。これが図 2 1 に示すような周波数特性になるように K を調整する。

5 さらに、制御系の応答特性を良くするために、図 2 2 に示す周波数特性を持つ位相進み遅れ回路を挿入する。位相進み回路による周波数補償はサーボ系を安定させるものである。サーボ系が安定であるためには、ナイキストの簡易安定判別法によると、一巡伝達関数（この場合には、 $G_1 G_2 G_3$ である）のゲインが 0dB となる周波数 10 ω_c (交差周波数) において位相が -180 度以上でなければならない。もし位相が 180 度遅れると発振してしまう。

従って交差周波数 ω_c における位相が -180 度よりいくら進んでいるかが安定性の評価量となる。そこで制御系では図 2 2 に示す様な周波数特性を持つ位相進み回路で ω_c での位相を -180 度より 15 持ち上げて位相余裕を $40 \sim 50$ 度持たせることによりサーボ系を安定化させる。位相すすみ補償回路のゲイン特性は $=0.1$ にした場合、高域で 20dB アップする。

位相進み補償回路を組み込んだ後の開ループ特性を図 2 3 に示す。

この実施例では交差周波数を 1.7 kHz に選んでいる。

20

(実施例 5)

図 2 4 は無偏光ビームスプリッタ 2 4 0 1 を用いた場合の実施例である。無偏光ビームスプリッタを用いているため、液晶位相補償素子 1 4 0 5 を用いている場合においても、これをビームスプリッタ 2 4 0 1 と対物レンズ 1 4 1 1 の間に挿入すると、球面収差は往

25

路と復路の両方の光束に作用する。このため、検出される球面収差信号はディスク面上の球面収差に比例した値が得られるので、フィードバック制御回路は、増幅器 1 7 0 2、液晶駆動回路 1 7 0 4 から構成される従来と同様の球面収差制御回路 2 4 0 2 を用いることができる。

図 2 5 は半導体レーザから光分岐素子の間、および光分岐素子から光検出器の間など、光が片道しか通らない光路に球面収差を発生する可能性のあるレンズなどを配置しない場合の実施形態である。

半導体レーザ 1 0 1 からの光を、偏光ビームスプリッタ 1 4 0 6 を通して、コリメートレンズ 1 0 2 で平行光とし、液晶位相補償素子 1 4 0 5 において球面収差を付加する。さらに対物レンズアクチュエータ 1 0 4 に搭載された、偏光性回折格子 2 5 0 1 と $\lambda/4$ 板 1 4 0 7 を透過し、対物レンズ 1 4 1 1 により光ディスク 1 0 8 上に集光される。反射した光は $\lambda/4$ 板 1 4 0 7 により入射時に対して直交する直線偏光となって偏光性回折格子 2 5 0 1 により回折され、液晶位相補償素子 1 4 0 5 を透過して、コリメートレンズ 1 0 2 により集光されながら、偏光ビームスプリッタ 1 4 0 6 を反射して光検出器 2 5 0 2 によって受光される。このようにするとレンズなどの球面収差を発生させる可能性のある光学部品は必ず往復とも透過することになるので、球面収差補償に際して液晶位相補償素子により加わる収差が片道のみであることを考慮した方法において、オフセットの発生を防ぐことができる。

図 2 6 はここで用いている偏光性回折格子 2 5 0 1 のパターンを示す図である。光軸付近の光束と周辺部分の光束で、回折光に共に同じ大きさの 45° 方向への非点収差を発生させ、同時に光軸付近

は左右、周辺部分は上下に回折光が分離するような格子パターンとなっている。

図27は光検出器2502とそこに入射する光束のパターン、および各信号の演算式を示す。中心部の受光部Aには偏光性回折格子2501で回折されない0次光の光線が入射する。このとき、光ディスク上のスポットが焦点を結ぶ時に、0次光は受光部Aに焦点を結ぶように光検出器2502の位置を調整しておく。このとき回折光は非点収差により集光されずに広がるが、図26の偏光性回折格子2501のパターンには集光／発散のレンズパワーはないので、検出器上には最小錯乱円を形成する。そこでこれらの回折光をそれぞれ4分割光検出領域で受光して対角和の差をとる焦点検出の演算を行い、それぞれを加算することで焦点ずれ信号(A F)を得ることができる。ただし回折格子の非点収差は+1次回折光と-1次回折光で符号が反転するので、焦点ずれ信号の極性を考慮して加算している。45°方向の非点収差による最小錯乱円は平行光束での分布を実質的に90°回転した分布となるため、ディスクの案内溝による回折パターンが接線方向に現れている。図では回折パターンの極性を示すために、ややトラッキングずれのある状態を想定して、回折パターンの片側のみが暗くなった例を示している。ここで例えばディスクの案内溝のピッチが $0.32\mu\text{m}$ 、対物レンズのNAが0.85、光の波長が $0.4\mu\text{m}$ とすると、スポット径($\lambda/\text{NA}=0.47\mu\text{m}$)に比べてピッチが細かいため、光束の中心部に案内溝による回折パターンのない領域が存在する。そこで光軸付近の光束を案内溝による回折パターンの存在しない領域にとることにより、この領域においてのトラッキング信号演算を行うと、それがレンズジ

フト信号 (LS) になる。これに適当な係数を乗じて、外側の光束のトラッキング信号から差し引くことにより (TR)、プッシュプル方式のトラッキング信号演算において問題となる、対物レンズシフトによるオフセットの問題を解決する。球面収差の検出は、すでに説明したように、外側光束の焦点ずれ信号と内側光束の焦点ずれ信号を求めて、それらの差をとる (SA) ことで得られる。

(実施例 6)

図 28 は図 25 に示した実施形態において、液晶位相補償素子 1405 を、2 次元アクチュエータ 104 に搭載した場合の実施形態である。図 25 の実施形態では、対物レンズ 1411 が液晶位相補償素子 1405 に独立に 2 次元アクチュエータ 104 によって駆動されるため、液晶位相補償素子 1405 によって加わる球面収差が、2 次元アクチュエータ 104 による駆動量だけ、対物レンズ 1411 の光軸からずれる。光軸から Δ だけ、ずれた球面収差は

$$\begin{aligned}
 W(\Delta) &= W_{40} \left\{ (x - \Delta)^2 + y^2 \right\}^2 \\
 &\cong W_{40} \left\{ x^2 + y^2 - 2\Delta x \right\}^2 \\
 &= W_{40} \left\{ \rho^2 - 2\Delta \rho \cos \theta \right\}^2 \\
 &\cong W_{40} \left\{ \rho^4 - 2\Delta \rho^3 \cos \theta \right\} \quad (\text{式 15})
 \end{aligned}$$

と表せるため、もともとの球面収差に加えて、近似的に Δ に比例したコマ収差を生じる。このコマ収差が許容範囲内であればよいが、補償する球面収差量が大きいか、ずれ Δ が大きく、発生するコマ収差が許容範囲以上の場合には、図 28 に示したように、液晶素子を

対物レンズ1411に搭載することにより、コマ収差の発生を抑えることができる。

(実施例7)

- 5 また、コマ収差の発生を抑える他の方法として、コマ収差補償機能付きの実施形態を図29に示す。ここでは液晶位相補償素子としては球面収差の補償と同時にコマ収差の補償も可能な液晶位相補償素子2901を用いる。対物レンズ1411がディスク108の偏心に伴って2次元アクチュエータ104により液晶素子2901の
- 10 軸からずれた場合に発生するコマ収差、またはレンズシフトを光検出器2502の出力からコマ収差回路2902により演算して検出し、液晶位相補償素子2901のコマ収差駆動電極にフィードバックする。このとき光検出器2502は図27において説明したものを
- 15 用いることができる。また液晶位相補償素子2901は、発散光が入射する場合の球面収差を勘案してコリメートレンズを設計しておくことにより、半導体レーザ101とビームスプリッタ2901の間に配置してもよい。または図24に示したような無偏光ビームスプリッタを用いる場合には、液晶位相補償素子2901は図の配置のまま、偏光性回折格子2501を無偏光性回折格子に置き換え、
- 20 λ/4板1407を取り除けばよい。

ここでコマ収差と球面収差を同時に補償する液晶位相補償素子を図30に示す。このような素子は、たとえば特開平2001-84631に述べられている。図30(a)は素子の断面構造である。ガラス基板3001a、3001bの表面に透明電極3004a、

25 3004bがパターンニングされ、さらに絶縁膜3005a、300

5 b、配向膜 3 0 0 6 a、3 0 0 6 b が積層され、液晶 3 0 0 3 をはさんで、シール材 3 0 0 2 で密封されている。電極 3 0 0 4 b はシール材にパターンニングした導電膜を介して基板 3 0 0 1 a から配線可能とされている。図 3 0 (b) は球面収差補償用の透明電極 3 0 0 4 a、図 3 0 (c) はコマ収差補償用の透明電極 3 0 0 4 b の平面図である。それぞれ図 3 0 (d)、(e) に示すように収差のある波面 3 0 0 7 a、3 0 0 7 b に対してセグメント状に位相シフトを加えて波面 3 0 0 8 a、3 0 0 8 b のように収差を低減するために、入力電圧 V_1 、 V_2 、 V_3 、 V_4 に交流電圧を印加する。

10 図 3 1 は図 3 0 の液晶に印加する電圧の駆動回路を示す。 $\pm V_0$ の矩形波形の交流電圧 3 1 0 0 と、その反転波形を、それぞれ球面収差用印加電圧、コマ収差用印加電圧の基準として、その振幅を球面収差信号とコマ収差信号により変調する。また V_1 と V_2 、 V_3 と V_4 はそれぞれ基準電圧に対して、球面収差信号とコマ収差信号により、反対称的に振幅が増大または減少するようになっている。

15 このようにすることにより、常に図 3 0 (d)、(e) に示したような補償波面を実現できる。

図 3 0、3 1 は球面収差とコマ収差を同時に補償するための液晶位相補償素子の実施形態であるが、球面収差のみを補償する場合には、コマ収差補償用の透明電極を分割のない一様な電極とし、駆動電圧としては接地レベルとするか、一定振幅の基準信号の反転波形とすればよい。

図 3 2 は対物レンズの有効光束系を 1 mm 以下とし、半導体レーザー、球面収差付加機構、光分岐素子、対物レンズ、光検出器を一体とした実施形態である。半導体レーザーチップ 3 2 0 1 は光検出器基

板 3 2 0 2 上に実装されており、光検出器基板上にエッチングで形成された 45° 反射ミラーにより、半導体レーザ光が垂直に立ち上げられる。光検出器基板 3 2 0 2 は支持基板 3 2 0 3 上に固定されており、支持基板 3 2 0 3 は、光ヘッド筐体 3 2 1 4 に、半導体レーザチップ 3 2 0 1 を密封するように接着されている。光ヘッド筐体 3 2 1 4 はガラス、または、光が透過する位置に穴を形成した金属からなり、半導体レーザ光は光ヘッド筐体 3 2 1 4 を透過して反射プリズム 3 2 0 5 を反射し、凹レンズ 3 2 0 6、凸レンズ 3 2 0 7 により平行光とされる。ここで凹レンズ 3 2 0 6 は光路長を短くするために用いており、長さに余裕があれば凸レンズ 3 2 0 7 だけでもよい。コリメートされた光は次に液晶位相補償素子 3 2 0 8、偏光性回折格子 3 2 0 9 を透過し、 $\lambda/4$ 板 3 2 1 0 により直線偏光から円偏光に変換され、反射プリズム 3 2 1 1 を反射して対物レンズ 3 2 1 2 により光ディスク 3 2 1 3 上に集光される。液晶位相補償素子 3 2 0 8 は、シール材の大きさの関係から光束径に比べてサイズが大きくなっている。反射した光は対物レンズ 3 2 1 2、反射プリズム 3 2 1 1 を経て、 $\lambda/4$ 板 3 2 1 0 で偏光が往路光束の偏光方向から 90° 回転した直線偏光となり、偏光性回折格子 3 2 0 9 で回折され、液晶位相補償素子 3 2 0 8 を透過し、光検出器基板 3 2 0 2 上に集光される。光検出器基板 3 2 0 2 からの信号線はボンディングワイヤにより信号端子 3 2 0 4 から出力される。以上の光学系において対物レンズ 3 2 1 2 における有効光束径を 1 mm 以下とすることで、光学系全体が小型化され、全体を一体化してアクチュエータアーム 3 2 1 5 に搭載することにより、トラッキング動作にともなう液晶位相補償素子 3 2 0 8 の光軸ずれなどの影響が

なくなる。さらに光ヘッドが小型薄型化できることで、光ディスク装置全体の小型化にも有効である。

対物レンズの有効光束径を 1 mm 以下とするとき、対物レンズと光ディスクとの間隔、すなわちワーキングディスタンス（作動距離）が、どの程度確保できるかが問題となる。図 3.3 に NA 0.85、ディスク基板厚 0.1 mm、基板屈折率 1.62、対物レンズ屈折率 1.8、単レンズの対物レンズの第 1 面曲率半径が光束径の 1/2 という条件において、有効径に対するワーキングディスタンスの計算結果を示す。ここでは松居吉哉「レンズ設計法」（共立出版、1989 年、初版第 7 刷）に基づき、収差論から解析的に導かれた球面収差の値が極小となるレンズ厚において、ワーキングディスタンスを

$$WD = \left\{ 1 - \left(1 - \frac{1}{n} \right) \frac{t}{R_1} \right\} f - \frac{d}{n_s}$$

（式 16）

により求めた。ここで n はレンズ屈折率、 t はレンズ厚、 R_1 はレンズ第 1 面曲率半径、 f は焦点距離、 d はディスク基板厚、 n_s は基板屈折率である。第 1 面曲率半径が光束径の 1/2 という条件は、幾何学的にはレンズが成立するためのギリギリの条件であるが、実際上は非球面形状であるため、この近傍であればレンズは成立する。これにより、NA 0.85、基板厚 0.1 mm であっても、有効径 1 mm でワーキングディスタンスが 0.1 mm 程度は確保できることがわかる。これは図 1.1 に示した有効径 3 mm の 2 枚組レンズのワーキングディスタンス 0.13 mm とほぼ同等であり、十分実現可能である。

図34は光検出器基板3202上に半導体レーザチップ3201を一体としたレーザモジュールの実施形態である。半導体レーザチップ3201の端面から出射する発散光をエッチングにより形成した45°ミラー3401により、基板から垂直に立ち上げている。

- 5 光検出器基板はシリコン基板を用いているため、45°ミラーは結晶軸方位を9.7°ずらしてカットした基板であれば、異方性エッチングにより45°の傾斜面が現れる。

- 図35は図34のレーザモジュールでの検出器パターンと信号演算方法を示す図、図36は偏光性回折格子3209のパターンである。図35にはハッチングで示した光検出領域に重ねて、デフォーカス時の検出光パターンも示している。青色半導体レーザを光源として用いる場合などに、光検出器の受光感度が低下して信号のS/N比が劣化する場合を考慮して、+1次回折光はすべて結線して1つの出力とし、RF信号出力としている。これによりアンプノイズの増大を抑えることができる。一方、-1次回折光のみから、なるべく少ない分割数で、球面収差信号(SA信号)やレンズシフト信号(LS信号)を求めるため、焦点誤差信号(AF信号)とSA信号は外側光束の上半分と内側光束の下半分を用いる。トラッキング誤差信号(TR信号)とLS信号は外側光束の下半分と内側光束の上半分をそれぞれ半径方向に分割して検出する。
- 10
- 15
- 20

(実施例8)

- 図37は図32の小型光ヘッド3701による小型光ディスク装置の実施形態である。図37(a)は平面図、(b)は側面図である。小型光ヘッド3701がアクチュエータアーム3215に取り
- 25

つけられており、アクチュエータアーム 3 2 1 5 は 2 次元アクチュエータ 3 7 0 7 で光ヘッドの対物レンズの光軸方向と、光ディスク 3 7 0 2 の半径方向に微動できるようになっている。さらにアクチュエータアーム 3 2 1 5 と 2 次元アクチュエータ 3 7 0 7 はカウンターバランス 3 7 0 5 と共にスイングアーム 3 7 0 3 に固定されており、スイングアーム 3 7 0 3 はスイングモータ 3 7 0 4 により小型光ヘッド 3 7 0 1 を光ディスク 3 2 1 3 の半径方向に駆動する。光ディスク 3 2 1 3 はスピンドルモータ 3 7 0 2 によって回転される。光ヘッドへの信号入出力は図示しないフレキシブルプラスチックケーブルにより制御回路 3 7 0 6 へ結線されている。

(実施例 9)

図 3 8 は光ディスクのトラックピッチがランドグループ方式のディスクなどより細かい、グループ記録方式、またはランド記録方式の場合の光ディスク装置実施形態である。記録可能な光ディスクではトラッキングのために一般に半径方向に周期的な案内溝が用いられる。案内溝によるトラッキング検出にはプッシュプル法が用いられるが、プッシュプル法ではトラッキング動作に伴い、光検出器上の光スポットが移動し、オフセットが発生する問題点がある。これを軽減するために、DVD-RAM などでは対物レンズに偏光性回折格子を搭載し、光束を分割する線が光束に対して移動しないようにする方法などがとられていた。しかしこの方法は必ずしも完全ではなく、トラッキングに伴い、光束内で強度中心が移動することによるオフセットについては除去できない。これはプッシュプル信号の振幅が大きくとれるランドグループ方式の光ディスクでは問題と

ならなかったが、案内溝のピッチを狭くする必要のあるグループ記録方式、またはランド記録方式においてはプッシュプル信号の振幅が小さくなるため、相対的に強度分布ずれにより増大するオフセットが無視できなくなる。プッシュプルトラッキング方式のオフセットを低減する別の方式として、差動プッシュプル方式がある。これはディスク面上にサブスポットをメインスポットと1/2トラックずれて配置することで、検出器上で得られるメインスポットとサブスポットのプッシュプル信号の極性を反転させ、差動出力をとることにより、メインスポットとサブスポットの両方に同相で混入するオフセットを除去する方法である。これによればトラックピッチの細かいディスクにおいて相対的に増大する強度分布ずれによるオフセットも含めてキャンセルが可能である。図38ではこのような差動プッシュプル方式を用いた光ヘッドにおいて球面収差とレンズシフトを検出する実施形態を示す。

図38において、半導体レーザ101を出射した光は、液晶位相補償素子2901、回折格子3801、偏光ビームスプリッタ1406を透過し、コリメートレンズ102で平行光とされている。回折格子3801においてはディスク面上でサブスポットを形成するために、図示しない回折光が発生している。コリメートビームはさらにλ/4板1407で円偏光に変換され、2次元アクチュエータ104に搭載された対物レンズ1411により光ディスク108上に集光される。反射光は同じλ/4板1407において、入射時と偏光方向が直交する直線偏光に変換され、偏光ビームスプリッタ1406を反射し、シリンダリカルレンズ111によって非点収差を与えられ、光検出器3802で受光される。光検出器3802から

の出力信号から、焦点ずれ信号、トラッキング信号、球面収差信号、
レンズシフト信号、RF信号を、それぞれAF回路113、TR回
路114、SA回路115、Coma回路2902、RF回路で演
算により検出し、RF信号以外は、2次元アクチュエータ104、
5 液晶位相補償素子2901にフィードバックする。

図39は図38の回折格子3801に格子パターンである。破線
で示す入射光束に対して、光軸近傍の中心部分の光は、光ディスク
の略半径方向へ、周辺部分の光は略接線方向に回折されるように直
線格子が直交方向に配置されている。

10 図40は図39の回折格子3801により光ディスク108上に
形成される光スポットの概略形状と配置を示す図である。略接線方
向に回折される周辺光は比較的小さいメインローブと周辺のサイド
ローブからなるスポット4002a、4002bとなる。このとき
それぞれのサブスポットはメインスポット4001の両側にトラッ
クピッチの1/2だけずれて配置されるように回折格子3801を
15 調整しておく。略半径方向に回折される光軸近傍の光束は半径方向
両側に離れて、案内溝の構造を解像できない大きいスポットを形成
する。

図41は図38の光検出器3802の受光面パターンと検出光束
20 の模式図、および信号演算方法を示す図である。検出される光束に
は案内溝による回折光が重なって干渉パターンを形成している。図
ではTR信号演算の極性をわかりやすくするために、便宜的にディ
スク面上のメインスポットがややオフトラックした場合を想定して、
この干渉パターンにアンバランスが生じた場合を示している。また
25 検出器上の光束の分布はシリンドリカルレンズ111による非点収

差の影響を受けた集光スポットの最小錯乱円の位置を示している。

このため、光束の分布は平行光束における強度分布を90度回転した分布となっている。AF信号は4つの回折光4102a、4102b、4103a、4103bの出力を用いて、非点収差法により

5 演算している。TR信号はメインスポット4101のプッシュプル信号と、4つの回折光のプッシュプル信号の和を、ゲイン係数G1により光量差を吸収する形で差をとって求めている。SA信号は外側光束4102a、4102bの焦点ずれ信号の和と、内側光束4103a、4103bの焦点ずれ信号の和の、差をとって求めている。

10 る。RF信号はメインスポット4101の和から求める。LS信号は内側光束4103a、4103bのプッシュプル信号の和から求める。図に示す通り、内側光束にはディスク案内溝による回折光が重ならないように内外の光束の境界を選ぶことで、案内溝による外乱のない、レンズシフトによる強度分布のアンバランスだけを検出

15 することができる。また内側光束にディスク案内溝による回折光が重ならず、外乱が発生しないために、内側光束によるスポットは外側光束と同じトラック上に配置する必要がなく、外側光束と分離して検出しやすく、対物レンズからの画角の小さい半径方向に配置できる。これらの信号演算を行なう上で、各受光領域からの出力信号

20 をすべて単独で検出する必要はなく、常に同極性で加減算する出力どうしを光検出器基板上であらかじめ結線しておくことにより、出力信号線数を10本に抑えることができる。また本実施形態においては焦点ずれ信号をサブスポットから得ているが、この理由はRF信号を得るときの外部演算での信号線数をなるべく減らすためである。

25 る。受光面からの出力を光電流の段階で行なう場合には加算アンプ

のノイズが混入しないが、別々に出力させた信号を加算アンプを用いて加減算するときには、あらかじめそれぞれの出力信号を電流電圧変換しておく必要があり、それぞれにアンプノイズが混入する。

メインスポット4101から焦点ずれ信号を得るためにはメイン
5 スポットの受光領域を2分割でなく、4分割とすることがあり、アンプノイズが2倍になる。これが許容範囲内となるような信号のS/N比が確保できる場合には、焦点制御の精度や安定性の点から、0次光からAF信号を得る方が望ましい。

このようなトラッキング制御に伴うトラッキング信号のオフセッ
10 トの問題は、半導体レーザや光検出器に対して、対物レンズの位置が相対的に移動することによって発生する。したがって図32で述べた半導体レーザ、光検出器、対物レンズが一体となって駆動される光ヘッドに場合には、このような問題点は発生しない。

15 (実施例10)

本発明の他の実施例として図38の実施形態の回折格子3801
を検出光学系に配置する実施形態を図42に示す。回折格子420
1は検出光学系に配置されているため、光ディスク108上にはメ
インスポットのみが形成される。検出光学系に入射する光は図39
20 と同じパターンの回折格子4201によって回折され、回折光にお
いて内側光束と外側光束が分離される。

図43に光検出器4202の受光パターンを示す。光束の分離は
検出光学系において行なわれているため、メインスポットとサブス
ポットの干渉パターンは同じである。このため差動プッシュプル法
25 は使えないため、トラッキング信号のオフセットはLS信号を定数

ゲイン倍してメインスポット4301のプッシュプル信号から差し引くことによって補償する。

(実施例11)

- 5 またさらに他の実施形態として、図38の実施形態における別の光検出器パターンを図44に示す。ここでは回折格子3801には従来の差動プッシュプル方式に用いられる分割のない、直線格子を用い、光ディスク上にメインスポットの両側に1/2トラックずれて2つのサブスポットを配置する。これにより光検出器上には案内溝による干渉パターンが反転した3つのスポット4401、4402a、4402bが形成されている。焦点ずれ信号はサブスポット4402a、4402bを用いて通常の非点収差法の焦点検出の演算を行ない、トラッキング信号としても、通常の差動プッシュプル方式の演算を行なう。レンズシフトは極性の反転した2つのプッシュプル信号の和により求められる。しかし本発明で述べた光束の内側と外側の分離を行なっていないため、球面収差の検出が困難である。そこでプッシュプル信号のデフォーカス特性から球面収差を検出する。
- 10
- 15

- 図45はNA0.85、波長0.405 μ m、トラックピッチ0.32 μ mにおけるプッシュプル信号のデフォーカス特性の計算結果である。球面収差の大きさを変えるとピークの位置がずれることがわかる。そこでこれを利用してジャストフォーカス位置から焦点を前後に動かした場合のプッシュプル信号の振幅を求め、その差を求めることにより球面収差に比例した信号を得ることができる。
- 20

- 25 図46は上記のようにして求めた球面収差信号である。焦点ずれ

の量を $\pm 0.25 \mu\text{m}$ 、 $\pm 0.5 \mu\text{m}$ 、 $\pm 0.75 \mu\text{m}$ と変えて、
プッシュプル信号振幅差を求めることにより、球面収差に比例した
信号が得られることがわかる。しかしこの方法では定常的に球面収
差信号が得られないため、多層ディスクなどで、層間のジャンプを
5 行なったときに、記録再生の前に球面収差を学習して同じ層の中で
定常的に一定値で球面収差を補償する場合に用いることができる。
またこの方法では球面収差のみならず非点収差でも同様に信号が得
られてしまうため、非点収差の変化しない層間ジャンプによる球面
収差の変化分のみの検出に有効である。

10

(実施例 12)

図 5-0 は図 3-2 の小型光ヘッドの実施形態における、レーザモジ
ュールの他の実施形態である。偏光回折格子 3209 として、図 5
1 に示す偏光回折格子 5101 を用い、光束の内側と外側で同じ非
15 点収差を光ディスクの半径方向に対して 45° 方向に与えるととも
に内側と外側の光束が光検出器上の異なる受光領域に入射させる。
光検出器上の光スポット 5001a、5001b、5002a、5
002b は+1 次回折光 (5001a、5002a) と-1 次回折
光 (5001b、5002b) は符号の異なる非点収差が加わると
20 同時に、光ディスク上のスポットが焦点を結ぶときに、非点収差に
よる最小錯乱円が形成されるようになっている。このため光ディス
クの案内溝による干渉パターンは+1 次光と-1 次光で逆向きに 90° 回転している。光検出領域は+1 次回折光は内側、外側とも一
様な 1 つの受光領域で受光し、光検出器上で結線されて RF 信号と
25 して出力される。-1 次回折光は内側と外側でそれぞれ 4 分割光検

出領域で受光され、それぞれの非点収差法による焦点ずれ信号の和を、AF信号、差をSA信号とする。またTR信号は外側光束のプッシュプル信号から、内側光束のプッシュプル信号によるLS信号を定数ゲイン倍して差し引くことにより得られる。これにより対物
5 レンズがレーザモジュールと一体となっていない場合のレンズシフトのオフセットを補償することが可能である。ただし図32の実施形態においてはこれらが一体となっているため、実質的につねにLS信号は0となり、このような演算は行なっても行なわなくても違いはない。このような演算を行なう場合に、モニタ出力を含めて出力
10 信号線数は10本となる。

基板厚誤差でディスク面上の光スポットに球面収差が発生するときに、すでに述べたように液晶位相補償素子を用いてディスクに向かう光束においてのみ球面収差を補償すると、光検出器に戻る光束においては球面収差が残留する。図52は焦点ずれ信号において、
15 この影響を計算した結果である。焦点検出方式は非点収差法、対物レンズNA0.85、光源波長405nm、対物レンズ有効光束径4mm、検出系集光レンズ焦点距離20mm、焦点ひきこみ範囲±3μmの場合を想定している。検出系においてのみ基板厚ずれの球面収差を±1.5λ（基板厚ずれ約±1.1μm相当）の範囲で与えると、焦点位置が約±0.7μm程度ずれることがわかった。これは無視できない量である。このとき球面収差量に対する合焦位置（デフォーカス0）の焦点ずれ信号の関係を図53に示す。これを見るとほとんど比例関係にあることがわかる。

そこで図54に示すような光ディスク装置を構成し、球面収差信号に比例したオフセットを焦点ずれ信号に与える。光学系の構成は
25

一例として図17の光ディスク装置をもとにしたが、基板厚ずれの球面収差が往路光束においてのみ補償され、検出光束に残留する構成に対してはすべて有効である。ここではまず、光検出器1421からの出力から、演算回路5401、5402を用いてそれぞれ内側光束の焦点ずれ信号と外側光束の焦点ずれ信号を求める。それらの差信号を差動増幅器5403で求めるとこれが検出器上の球面収差を反映した球面収差信号となる。この出力から片道光路の球面収差を補償する構成は図17と同様である。一方、内側光束の焦点ずれ信号と外側光束の焦点ずれ信号の和信号を加算器5404で求め、この信号から、検出器上の球面収差信号を増幅器5405により定数倍し、差動増幅器5406から差し引くことにより焦点ずれ信号を求め、これによりレンズアクチュエータ1410を駆動する。以上の回路構成においては、実効的にAF回路113とSA回路115が入り組んだ構成となっている。

上記のような演算は、実効的に焦点ずれ信号において、内側光束の焦点ずれ信号と外側光束の焦点ずれ信号の加算のゲイン配分を変えることと等価である。球面収差信号は

$$SA = AF_{in} - AF_{out} \quad (\text{式17})$$

であるから、球面収差信号を差し引くときの球面収差信号の増幅ゲインを k としたとき、この場合の焦点ずれ信号は

$$\begin{aligned} AF &= AF_{in} + AF_{out} - k \cdot SA \\ &= AF_{in} + AF_{out} - k \cdot (AF_{in} - AF_{out}) \\ &= (1 - k) AF_{in} + (1 + k) AF_{out} \quad (\text{式18}) \end{aligned}$$

で与えられる。すなわち、内側光束の焦点ずれ信号と外側光束の焦点ずれ信号の加算のゲインを変えていることと等価となる。

図 5 5 は図 5 3 から、球面収差量の 1.5 倍を焦点ずれ信号から差し引いた結果である。焦点ずれ信号のオフセットは十分小さく抑えられている。

5 以上のように、本発明により、精度よく、容易かつ安価に光ディスク装置における球面収差を検出でき、これを球面収差補償機構にフィードバックすることで、集光スポットの品質を高く維持でき、安定に高密度の光ディスクの記録再生を行うことができる。

産業上の利用可能性

10 本願は、情報の光記録再生に適用できる。

請求の範囲

1. 半導体レーザと、その光を光ディスク上に集光する対物レンズと、光学系において集光される光の焦点位置を可変にする可変焦点機構と、前記光学系において集光される光に可変の球面収差を付加する球面収差付加機構と、前記光ディスクからの反射光を前記光学系から分岐する第1の光分岐素子と、分岐された反射光を集光するレンズと、前記レンズにより集光された光を受光して電気信号に変換する受光素子とを有し、分岐される反射光をさらに光軸付近の第1の光束と周辺部の第2光束に分離して前記受光素子に集光されるように分岐させる第2の光分岐素子を、前記光の光束中に付加したことを特徴とする光ヘッド。
2. 前記第1、第2の光分岐素子が一体となっていることを特徴と
3. 前記一体となった光分岐素子が偏光性回折格子であることを特徴とする第2項に記載の光ヘッド。
- 15 4. 第1の光分岐素子は偏光性光分岐素子であり、第1の光分岐素子と対物レンズとの間に $\lambda/4$ 板を有し、前記球面収差付加機構は液晶素子であり、前記液晶素子は半導体レーザと第1の光分岐素子の間に配置されていることを特徴とする第1項に記載の光ヘッド。
- 20 5. 前記第1の光分岐素子は無偏光性光分岐素子であり、前記球面収差付加機構は液晶素子であり、前記液晶素子は第1の光分岐素子と対物レンズとの間に配置されていることを特徴とする第1項に記載の光ヘッド。
- 25 6. 前記第1の光分岐素子と前記光検出器との間に、球面収差を発生する光学素子が配置されていないことを特徴とする第1項乃至第5項何れかに記載の光ヘッド。

7. 対物レンズと球面収差付加機構が一体として固定されていることを特徴とする第1項乃至第6項何れかに記載の光ヘッド。

8. 対物レンズの有効光束径を1mm以下とし、半導体レーザ、球面収差補償機構、第1、第2の光分岐素子、対物レンズ、光検出器が一体として固定され、可変焦点機構に搭載されていることを特徴とする第7項に記載の光ヘッド。

9. コマ収差付加機構を付加したことを特徴とする第1項乃至第6項何れかに記載の光ヘッド。

10. 前記半導体レーザが、前記光検出器の作製されている基板上に設置されていることを特徴とする第1項乃至第9項何れかに記載の光ヘッド。

11. 前記第2の光分岐素子は回折格子であって、前記半導体レーザと前記対物レンズの間に配置され、前記対物レンズに向かう光束において作用し、周辺部光束の±1次回折光は略接線方向に回折され、0次光の両側に、光ディスク上の半径方向の案内溝またはピット列の周期の1/2だけ実質的にずれて配置されており、光軸付近の光束の±1次回折光は略半径方向に回折されていることを特徴とする第1項乃至第10項何れかに記載の光ヘッド。

12. 前記第2の光分岐素子は回折格子であって、光軸付近の光束と周辺部分の光束を分離すると同時に、回折光に非点収差を与えるパターンを有することを特徴とする第1項乃至第10項何れかに記載の光ヘッド。

13. 半導体レーザと、その光を光ディスク上に集光する対物レンズと、光学系において集光される光の焦点位置を可変にする可変焦点機構と、前記光学系において集光される光に可変の球面収差を付

加する球面収差付加機構と、前記光ディスクからの反射光を前記光学系から分岐する第1の光分岐素子と、分岐された反射光を集光するレンズと、前記レンズにより集光された光を受光して電気信号に変換する受光素子により構成され、分岐される反射光をさらに光軸
5 付近の第1の光束と周辺部の第2光束に分離して前記受光素子に集光されるように分岐させる第2の光分岐素子を、前記光の光束中に付加した光ヘッドと、

前記受光素子からの電気信号から、再生信号と焦点ずれ信号を得る演算回路と、

10 前記第1の光束と前記第2の光束の各々についてそれぞれ第1、第2の焦点ずれ信号を検出して、実質的にそれらの差信号により前記球面収差付加機構を制御し、和信号により前記可変焦点機構を制御することを特徴とする光ディスク装置。

1 4. 前記球面収差付加機構が出射光には収差を付加せず、入射光
15 に収差を付加し、前記それぞれ第1、第2の焦点ずれ信号を検出して、実質的にそれらの差信号から得られる球面収差誤差を前記球面収差付加機構にフィードバックさせる構成において、ディスク面上での球面収差がゼロとなるようにフィードバック系を構成することを特徴とする第13項記載の光ディスク装置。

20 1 5. 電氣的に球面収差付加機構を駆動する駆動信号を球面収差誤差を増幅する系にフィードバックするループを設けたことを特徴とする第14項に記載の光ディスク装置。

1 6. 前記球面収差誤差に適当な係数を乗じて、前記可変焦点機構の駆動信号に付加して、前記可変焦点機構を駆動することを特徴とする第14項または第15項に記載の光ディスク装置。
25

17. 前記対物レンズを光ディスクの半径方向に駆動するトラッキング制御機構を付加した光ヘッドと、前記受光素子からの電気信号から、再生信号と焦点ずれ信号とトラッキング誤差信号を得る演算回路と、コマ収差付加機構とを有し、前記第1の光束と前記第2の
5 光束の各々についてそれぞれ第1、第2の焦点ずれ信号を検出して、実質的にそれらの差信号により前記球面収差付加機構を制御し、和信号により前記可変焦点機構を制御し、前記トラッキング誤差信号によりトラッキング制御機構を制御し、トラッキング制御時の対物レンズの移動量を検出する手段を有し、前記移動量に応じてコマ収
10 差付加機構を駆動することを特徴とする第13項記載の光ディスク装置。

18. 前記光ヘッドに、前記第1の光束を光ディスク接線方向の直径で分割して独立に検出する手段を有し、前記対物レンズの移動量の検出手段が、分割して検出された前記第1の光束の2つの検出光
15 量の差を演算することで検出されることを特徴とする第17項に記載の光ディスク装置。

19. 前記対物レンズを光ディスクの半径方向に駆動するトラッキング制御機構を付加した光ヘッドと、前記受光素子からの電気信号から、再生信号と焦点ずれ信号とトラッキング誤差信号を得る演算
20 回路と、コマ収差付加機構とを有し、前記第1の光束と前記第2の光束の各々についてそれぞれ第1、第2の焦点ずれ信号を検出して、実質的にそれらの差信号により前記球面収差付加機構を制御し、和信号により前記可変焦点機構を制御し、前記トラッキング誤差信号によりトラッキング制御機構を制御し、光ディスク上の集光スポット
25 のコマ収差を検出する手段を有し、前記検出信号に応じて前記コ

マ収差付加機構を駆動することを特徴とする第13項記載の光ディスク装置。

20. 前記第2の光分岐素子は回折格子であって、前記半導体レーザと前記対物レンズの間に配置され、前記対物レンズに向かう光束において作用し、周辺部光束の±1次回折光は略接線方向に回折され、0次光の両側に、光ディスク上の半径方向の案内溝またはピット列の周期の1/2だけ実質的にずれて配置されており、光軸付近の光束の±1次回折光は略半径方向に回折され、

前記光ヘッドは、前記対物レンズを光ディスクの半径方向に駆動するトラッキング制御機構有し、

前記光ディスク装置は、前記受光素子からの電気信号から、再生信号と焦点ずれ信号とトラッキング誤差信号を得る演算回路を有し、前記回折格子で回折される光軸付近の前記第1の光束と、周辺部の前記第2の光束の各々についてそれぞれ第1、第2の焦点ずれ信号を検出して、実質的にそれらの差信号により前記球面収差付加機構を制御し、和信号により前記可変焦点機構を制御し、前記第1の光束と前記第2の光束、および回折格子により回折されない光束、の各々についてそれぞれ第1、第2、第3のトラッキング誤差信号を検出して、実質的に第1、第2のトラッキング信号の和信号と、第3のトラッキング信号との差信号により、トラッキング制御機構を制御することを特徴とする第13項記載の光ディスク装置。

21. 半導体レーザと、その光を案内溝を有する光ディスク上に集光する光学系と、反射した光束を光検出器に分岐する光分岐素子と、反射光を検出する光検出器と、球面収差制御機構と、制御回路を有し、前記光検出器の出力から焦点ずれ信号とトラッキング信号を検

出してレンズアクチュエータにフィードバックする手段とし、前記光ディスク上の記録層に焦点制御を開始したのちに、焦点位置を合焦位置から前後に動かし、前記トラッキング信号の振幅の変化から球面収差を検出して球面収差制御機構を駆動する手段を有すること

5 を特徴とする光ディスク装置。

1/32

図1

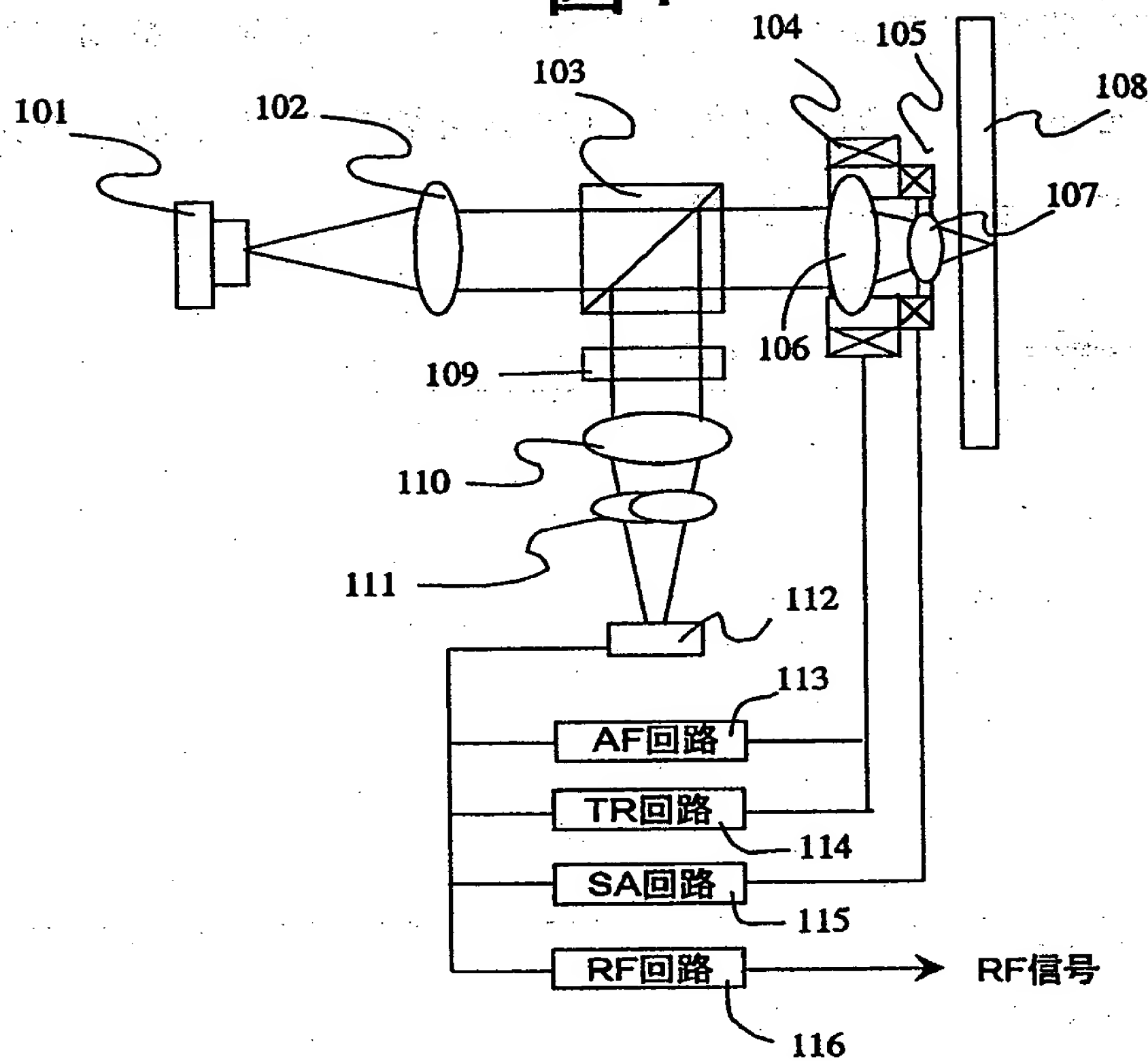
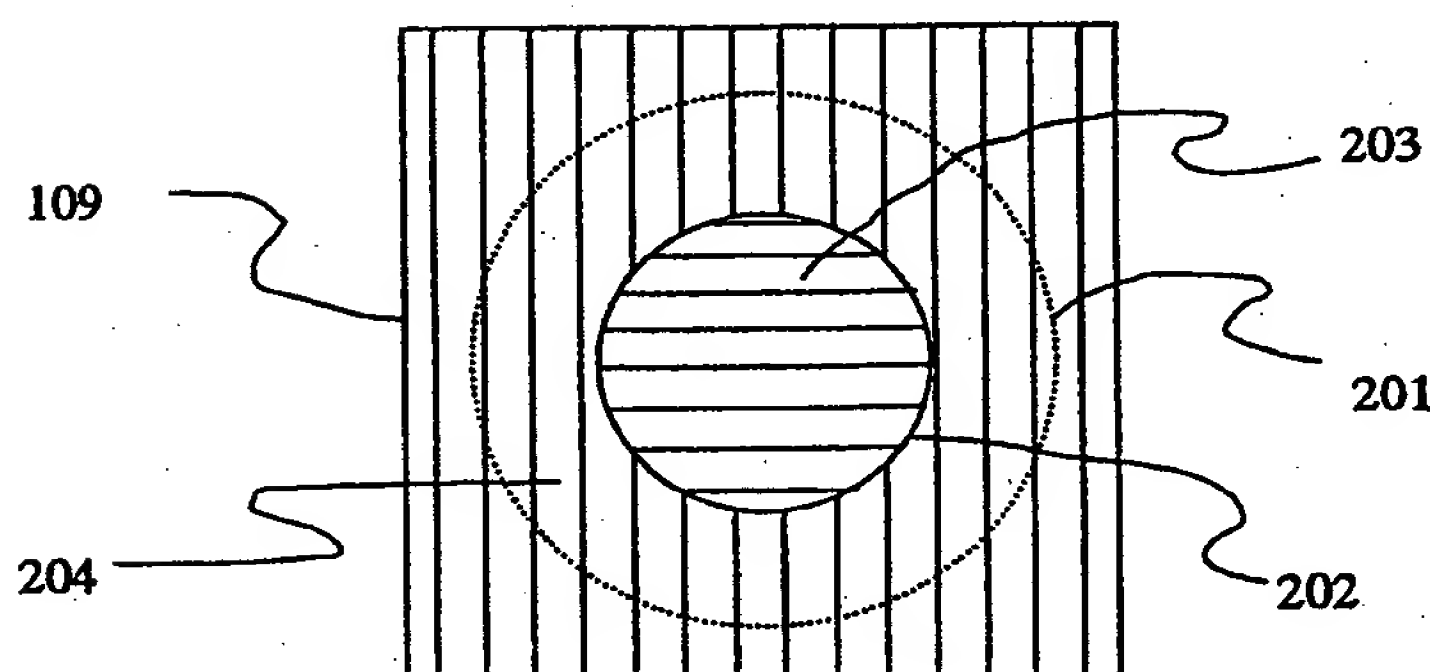


図2



Best Available Copy

2/32

図3

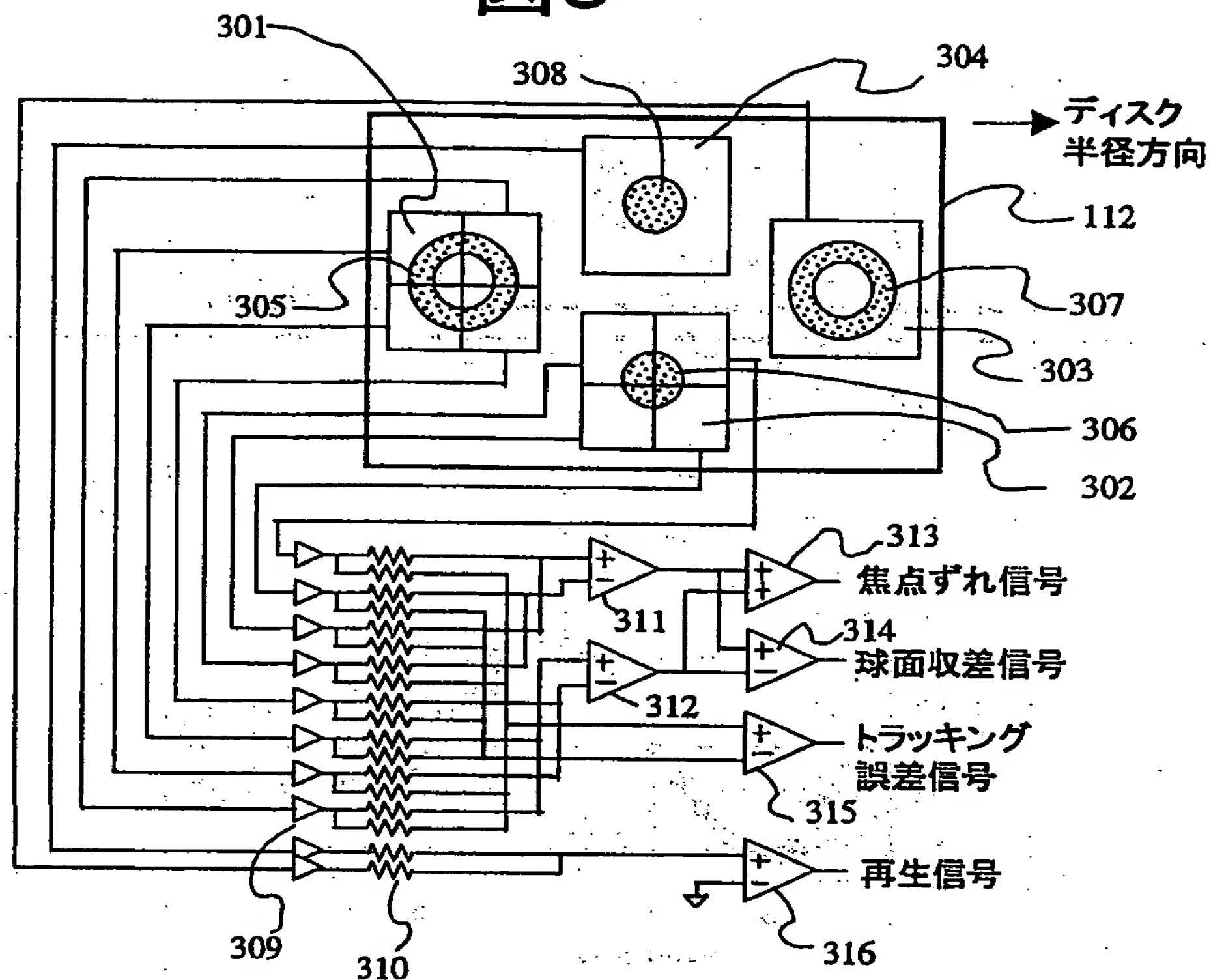
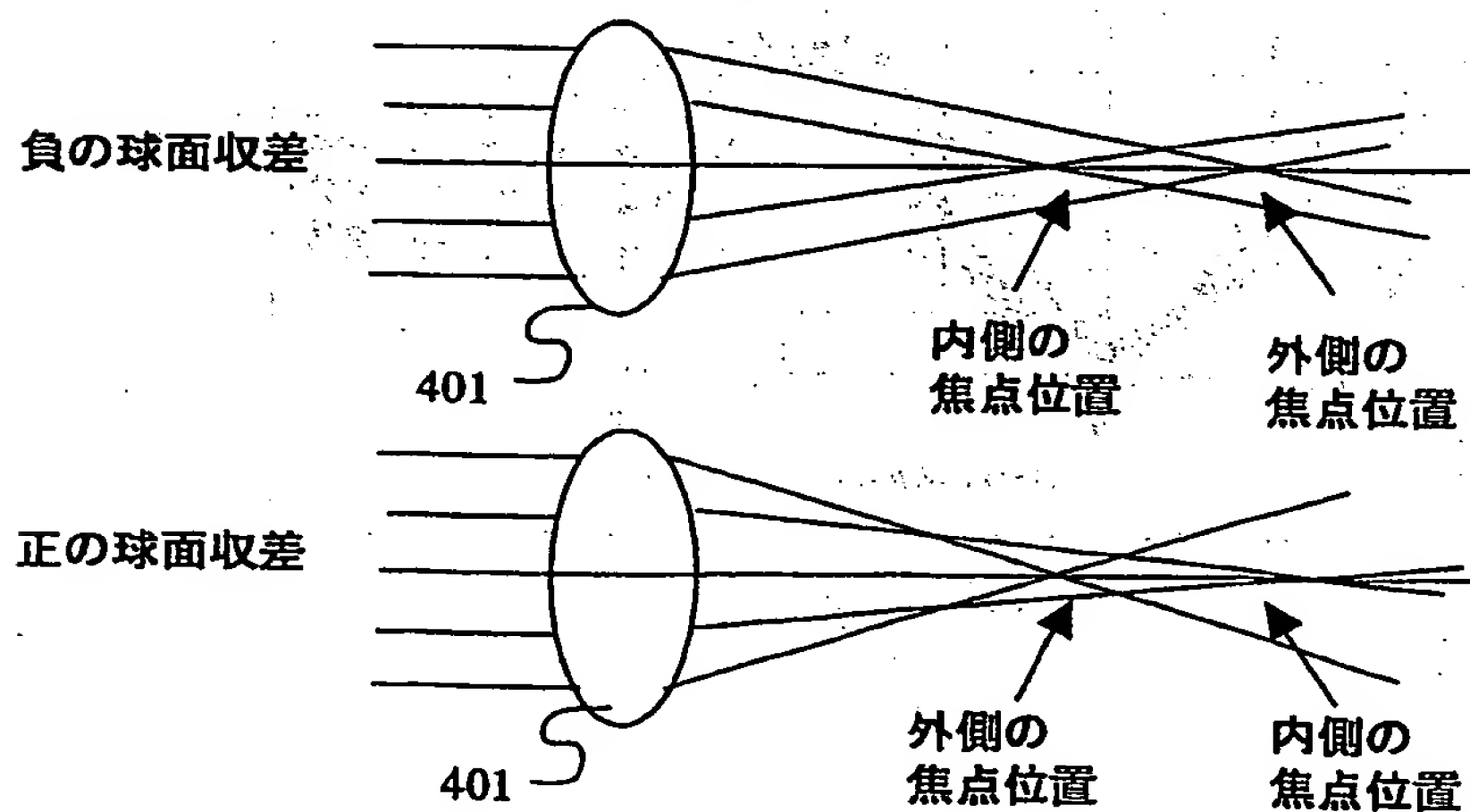
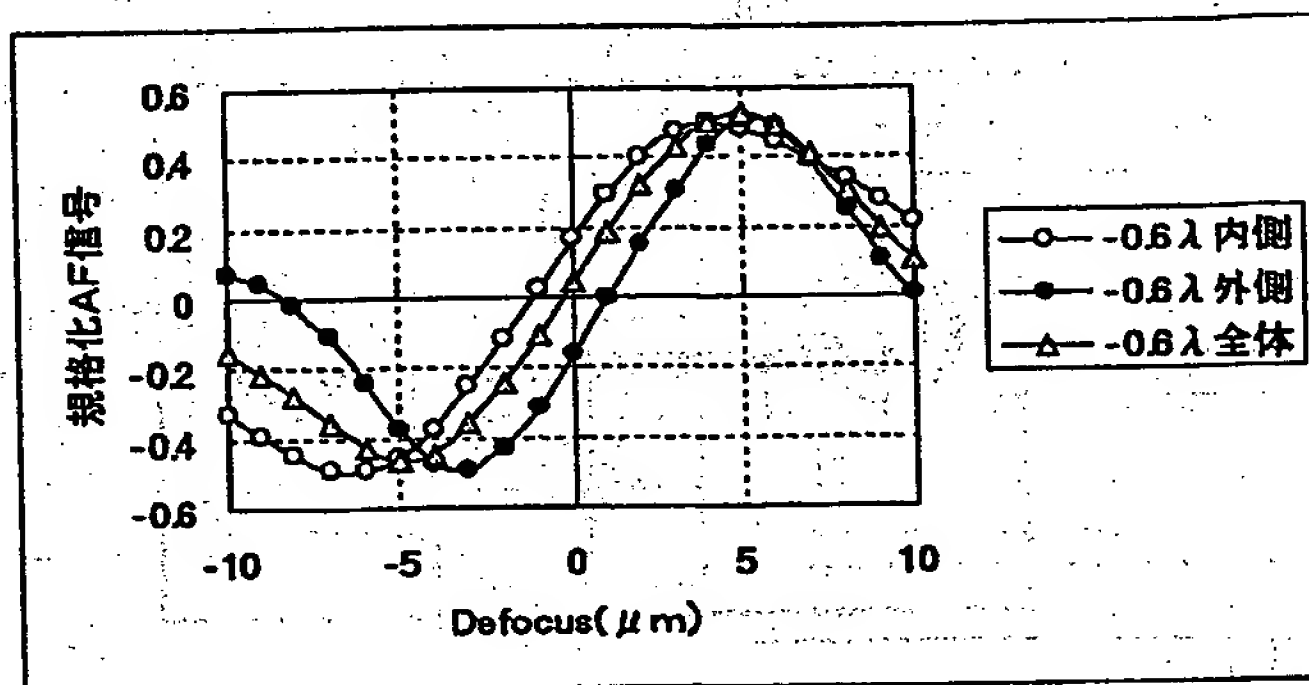
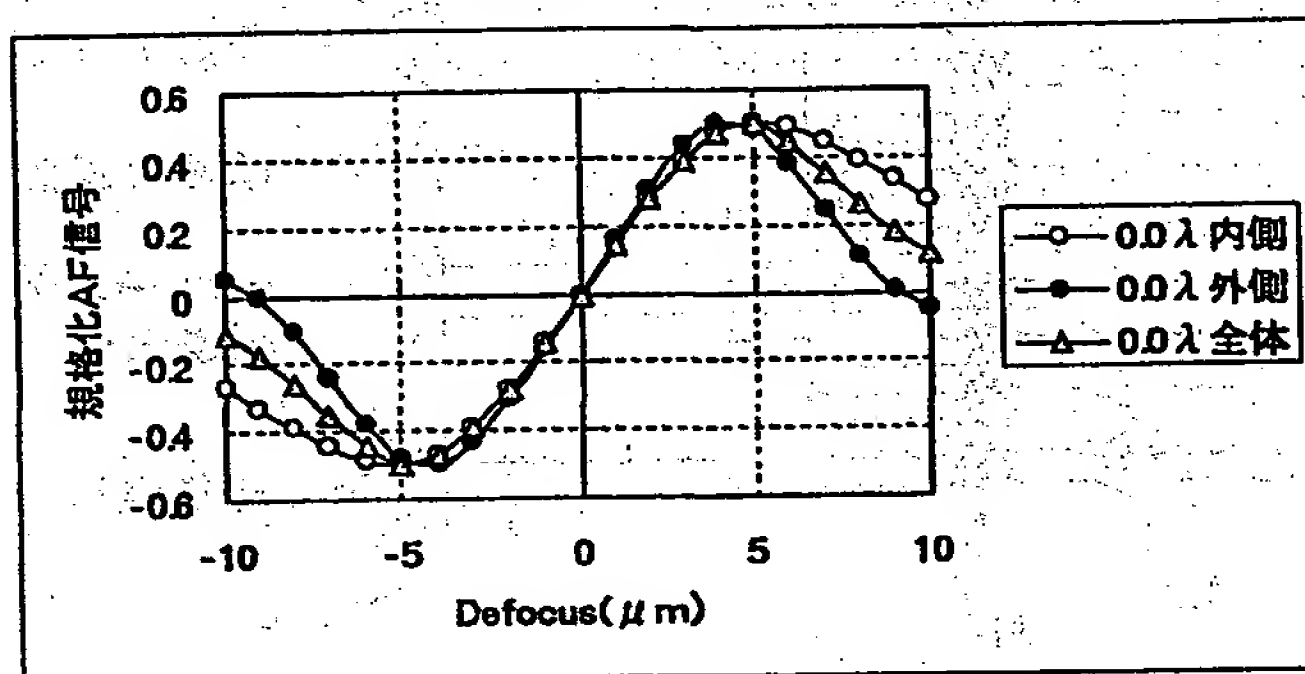
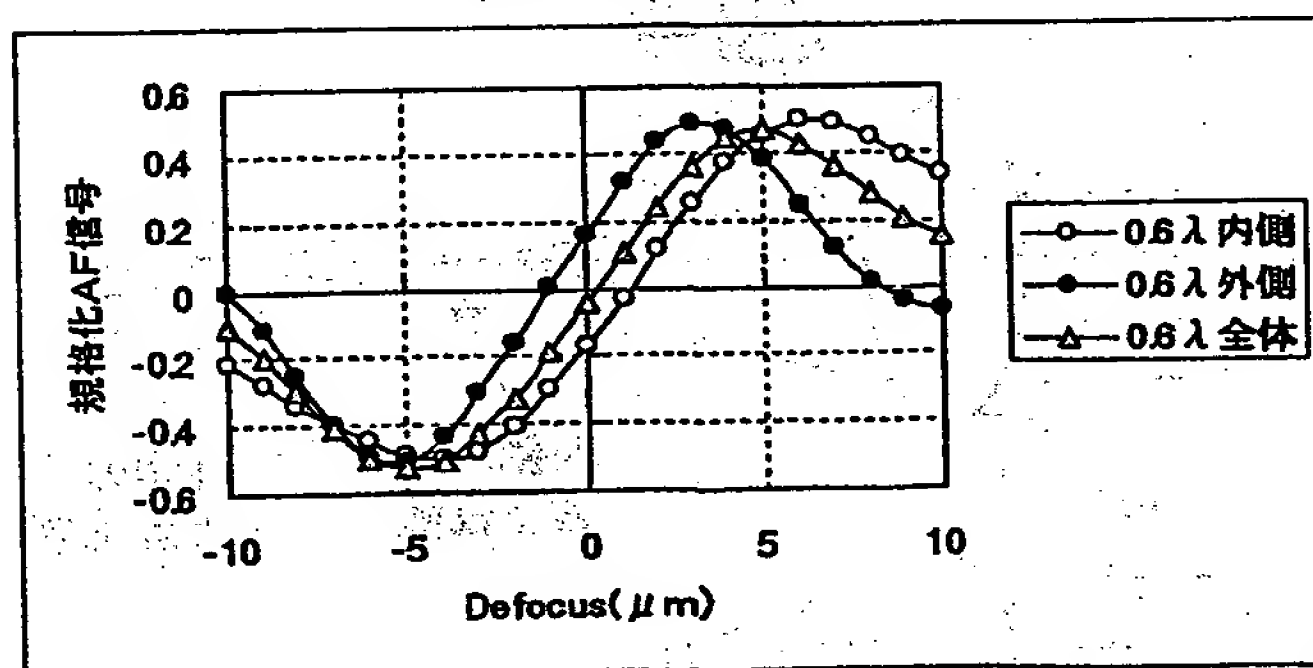


図4



3/32

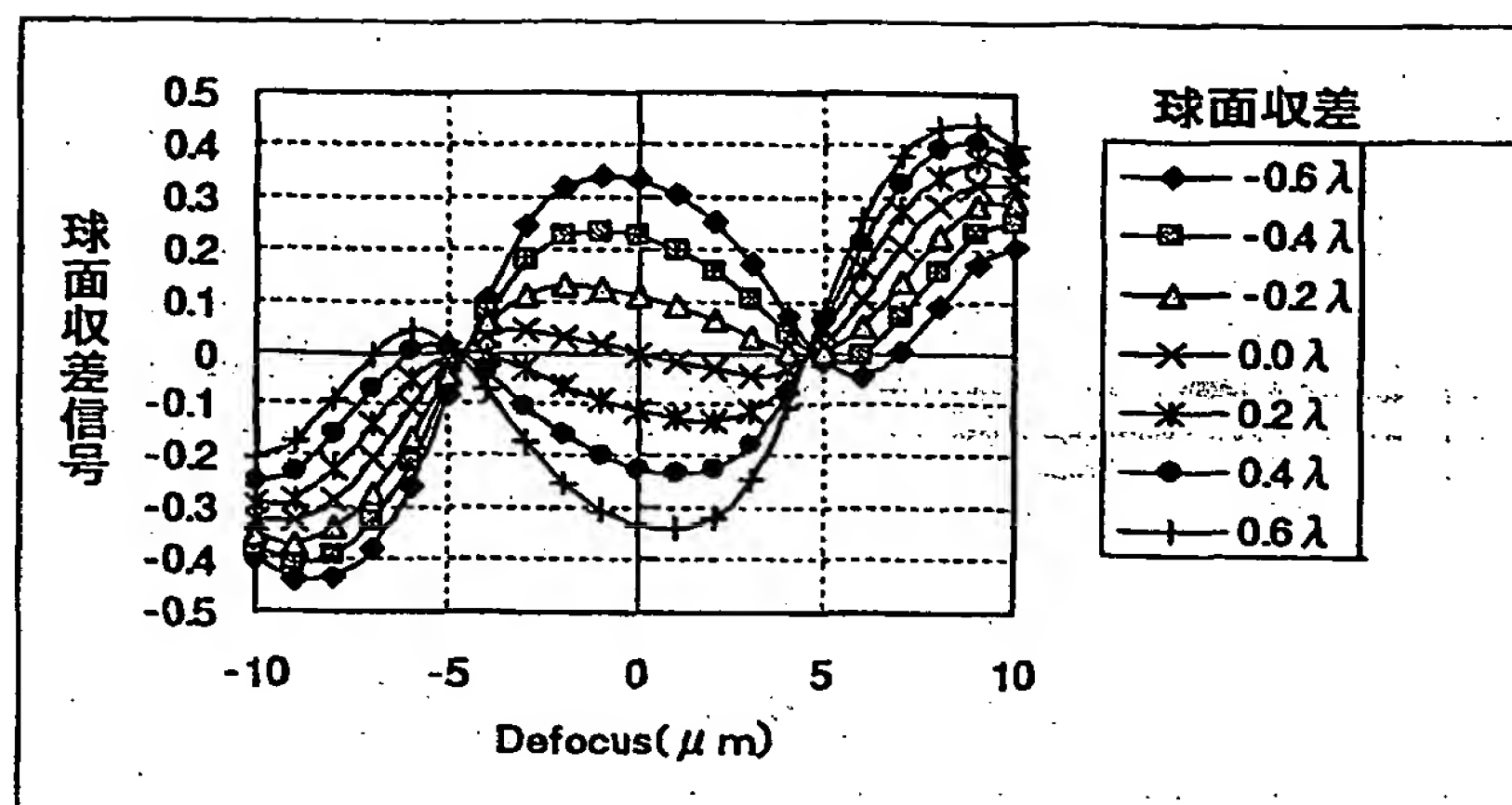
図5

(a) -0.6λ (b) 0.0λ (c) 0.6λ

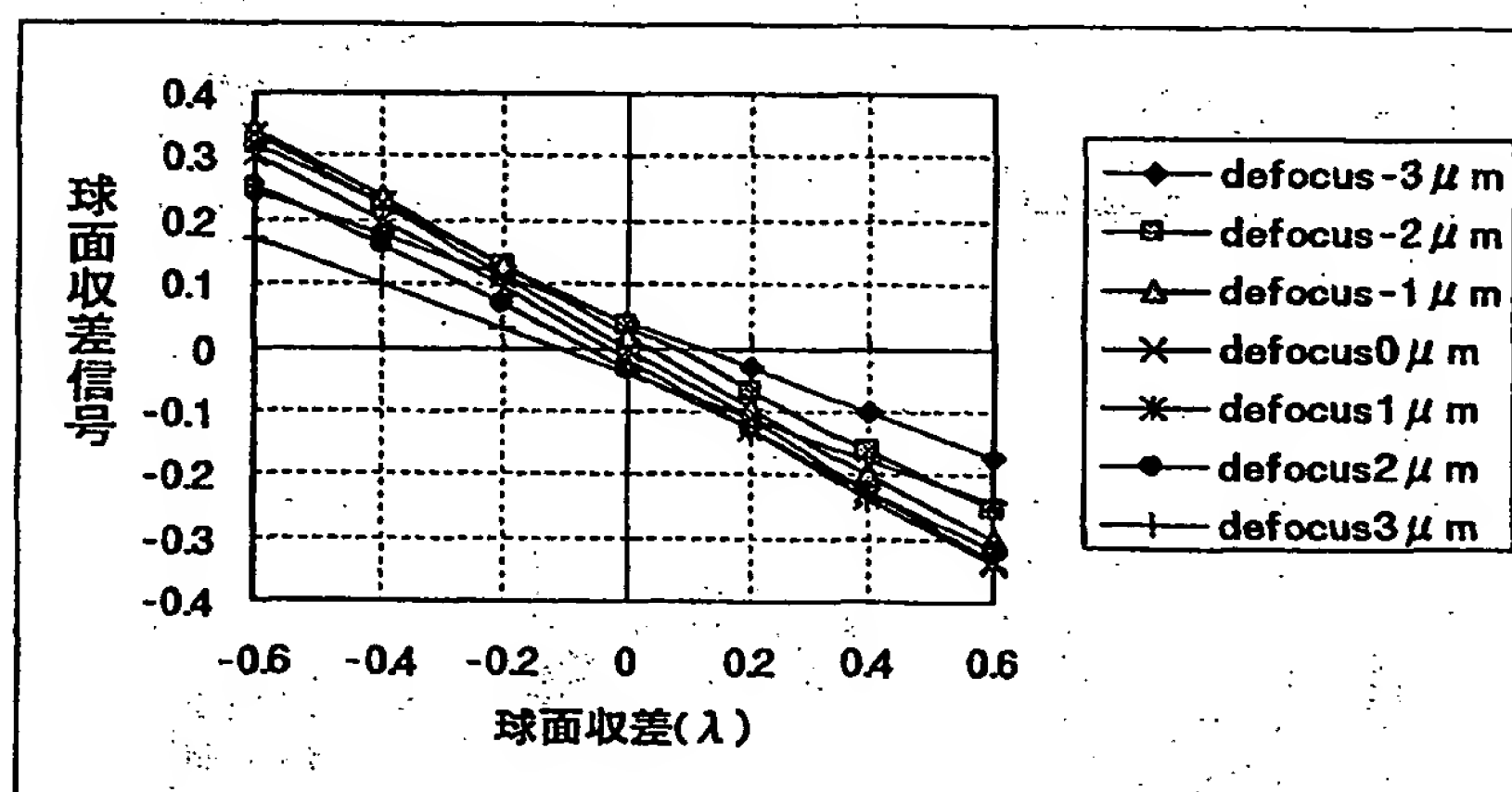
Best Available Copy

4/32

図6



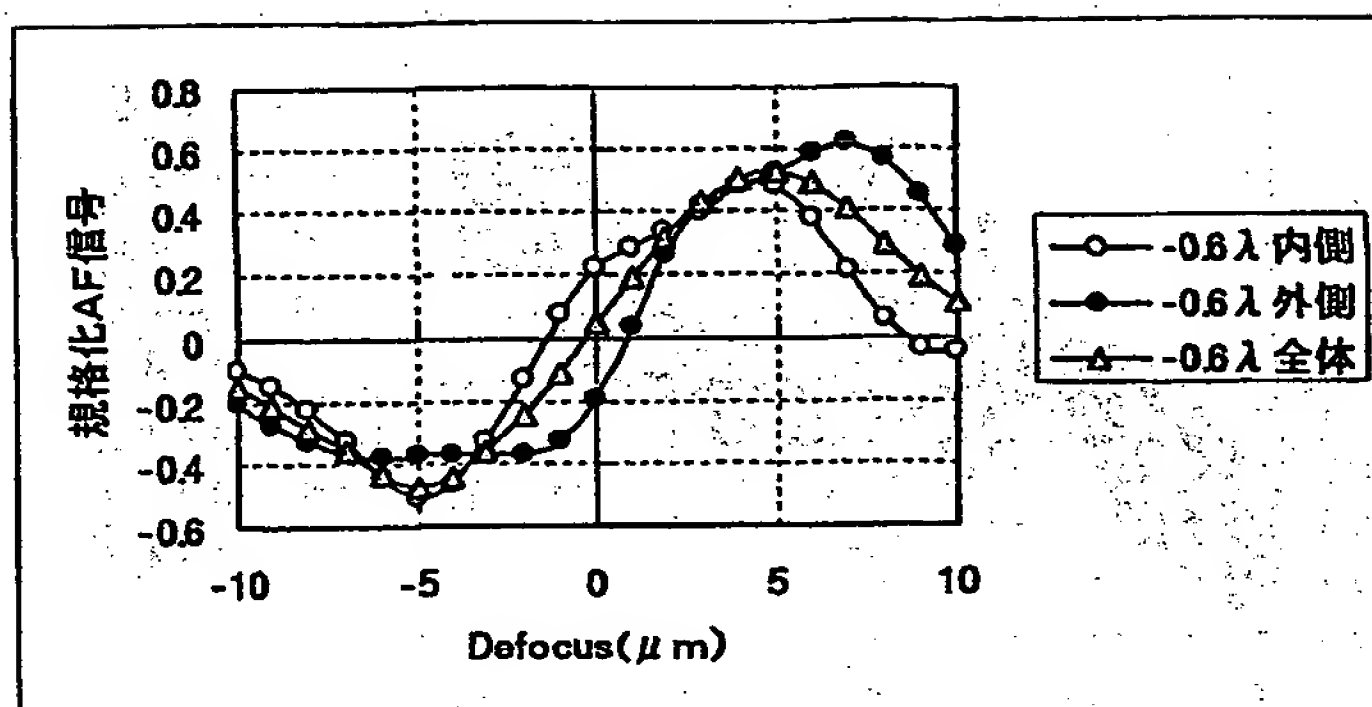
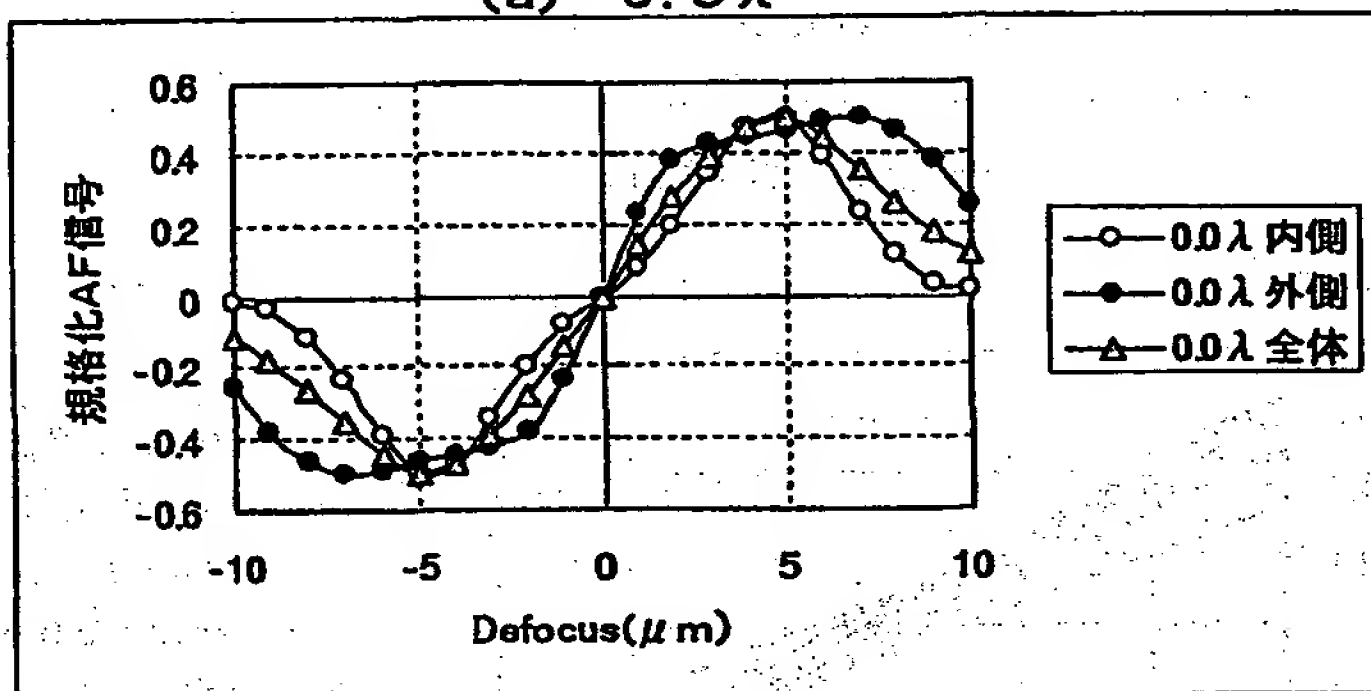
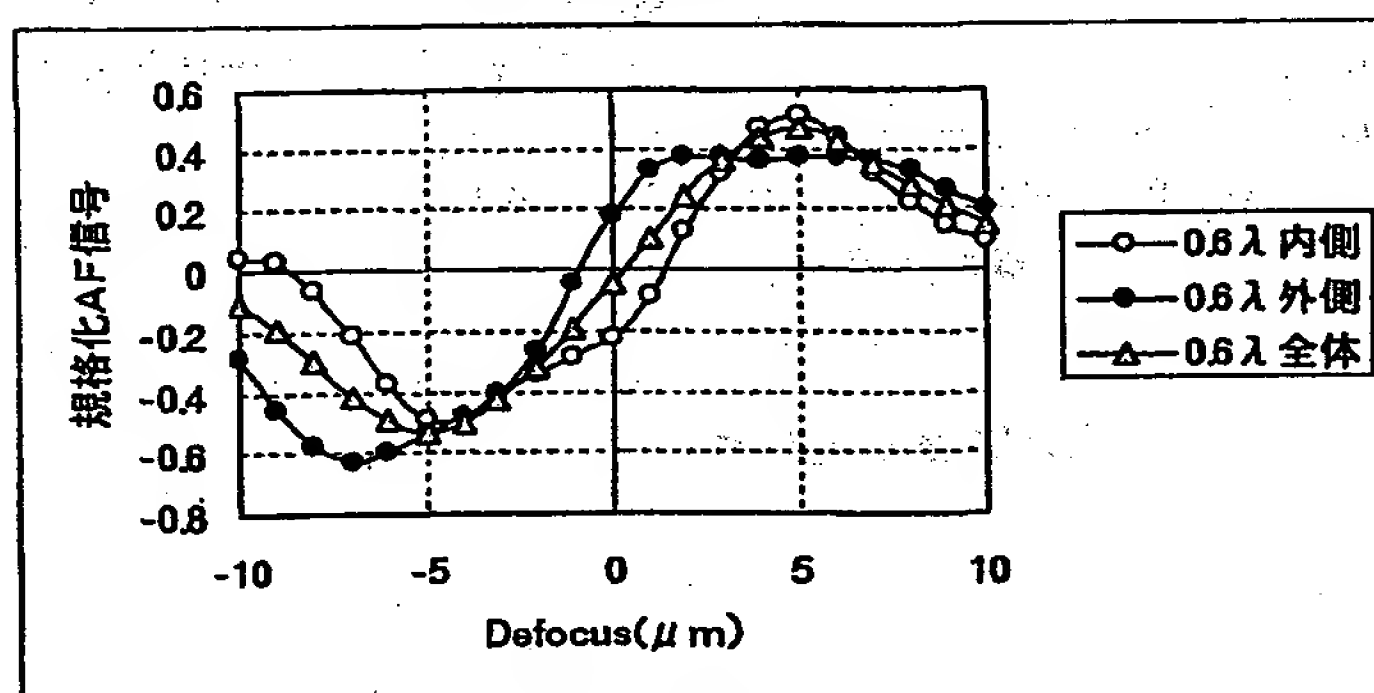
(a) デフォーカス特性



(b) 球面収差特性

5/32

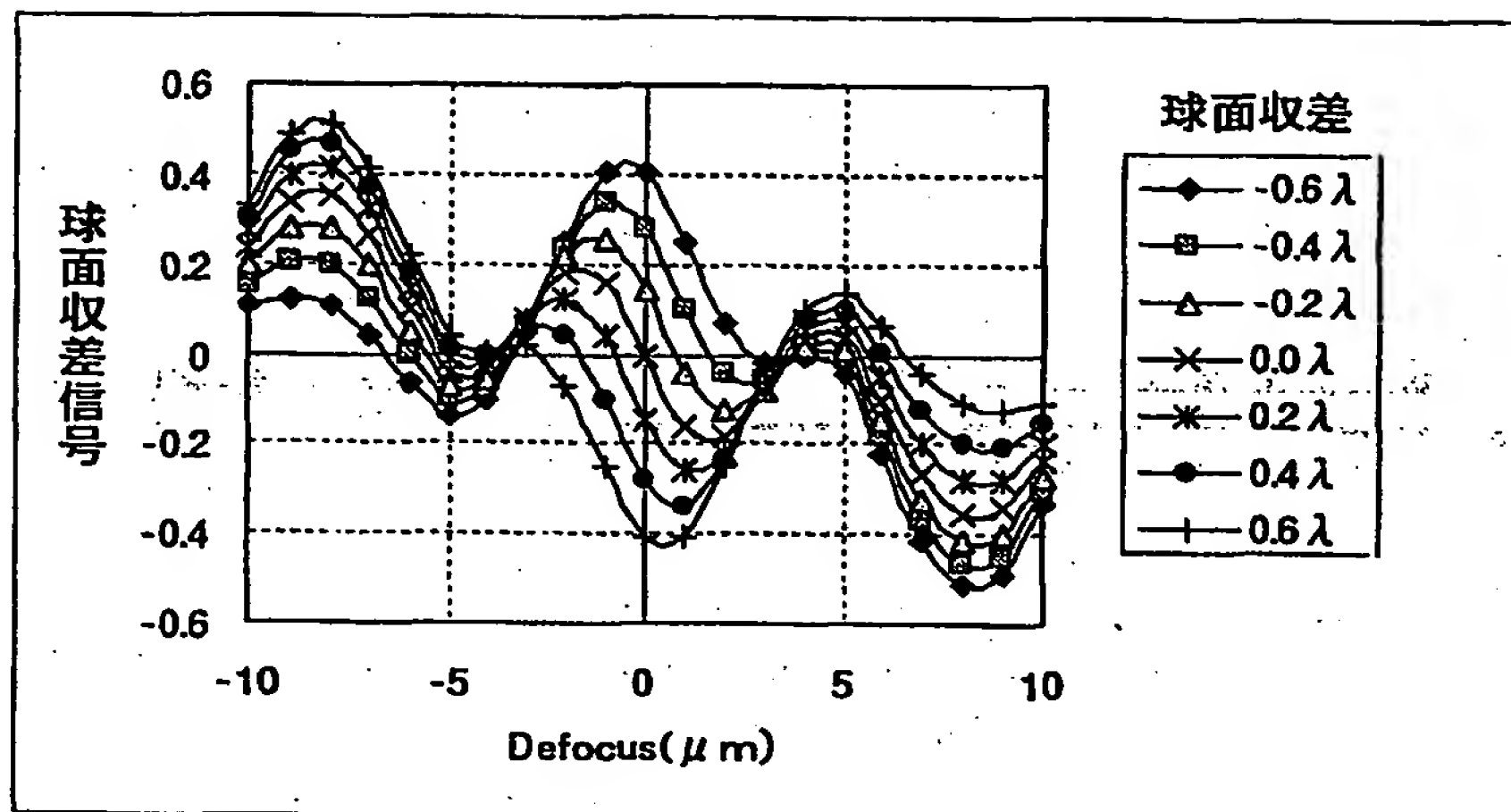
図7

(a) -0.6λ (b) 0.0λ (c) 0.6λ

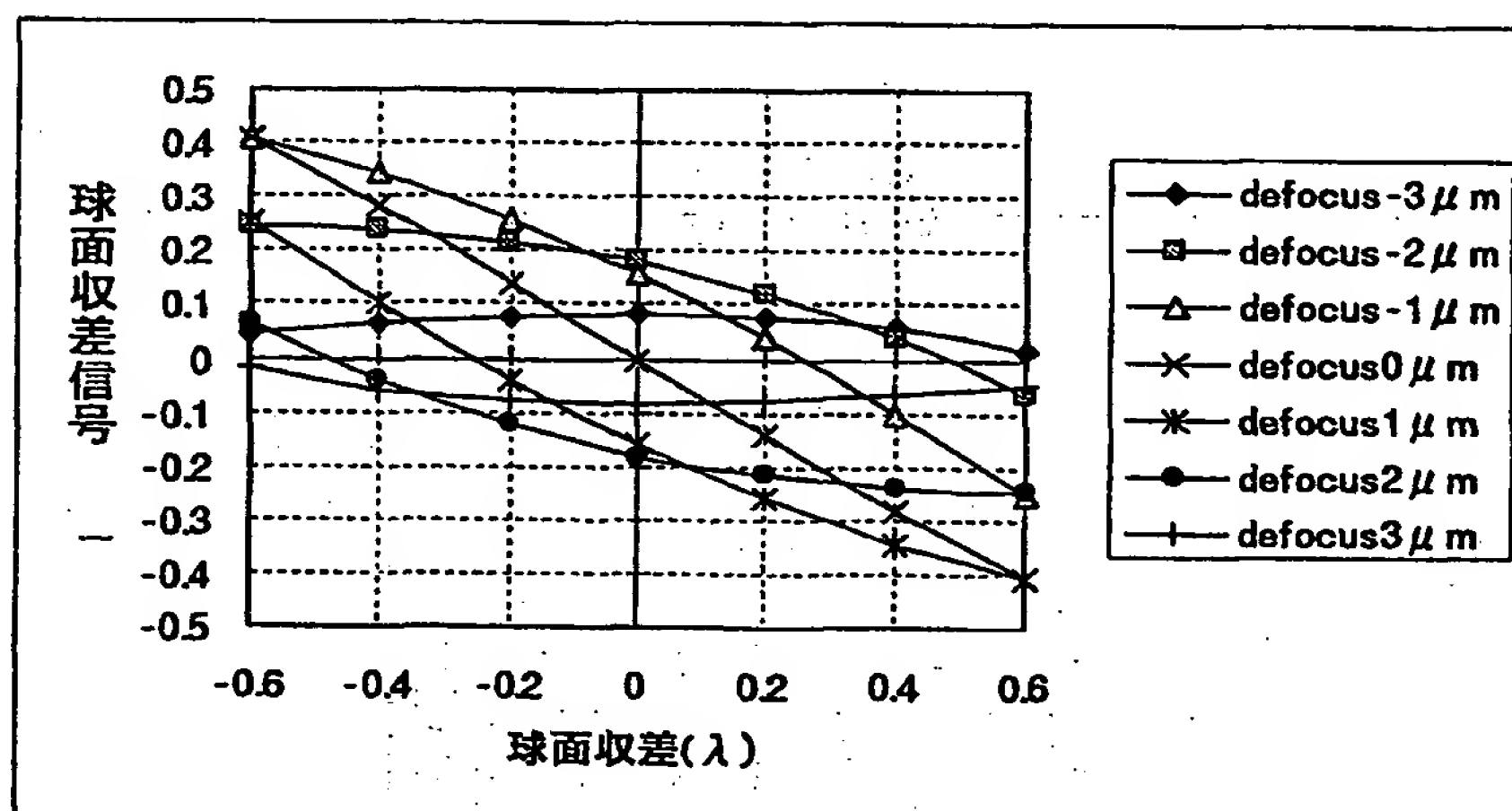
Best Available Copy

6/32

図8



(a)デフォーカス特性



(b)球面収差特性

7/32

図9

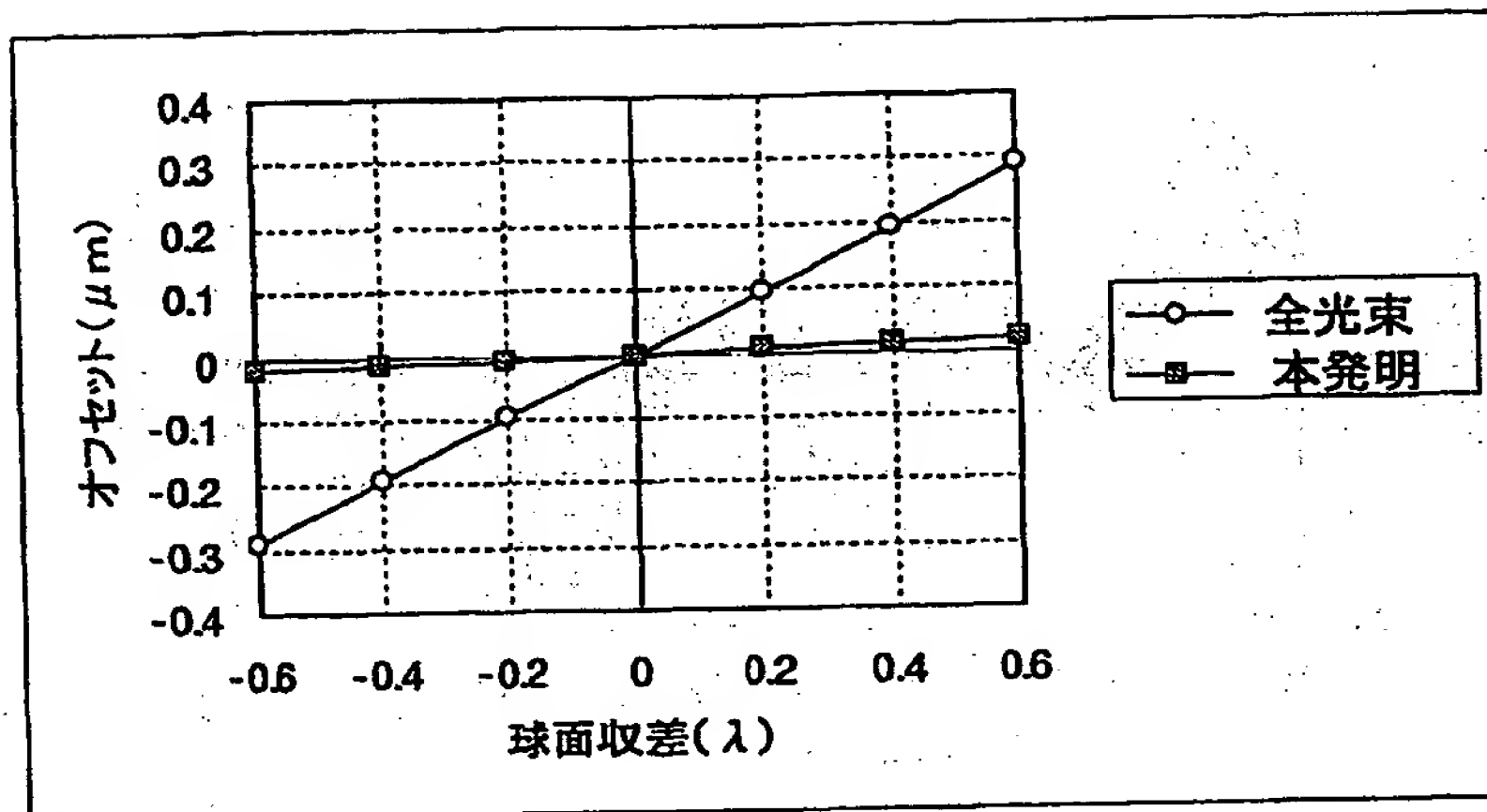
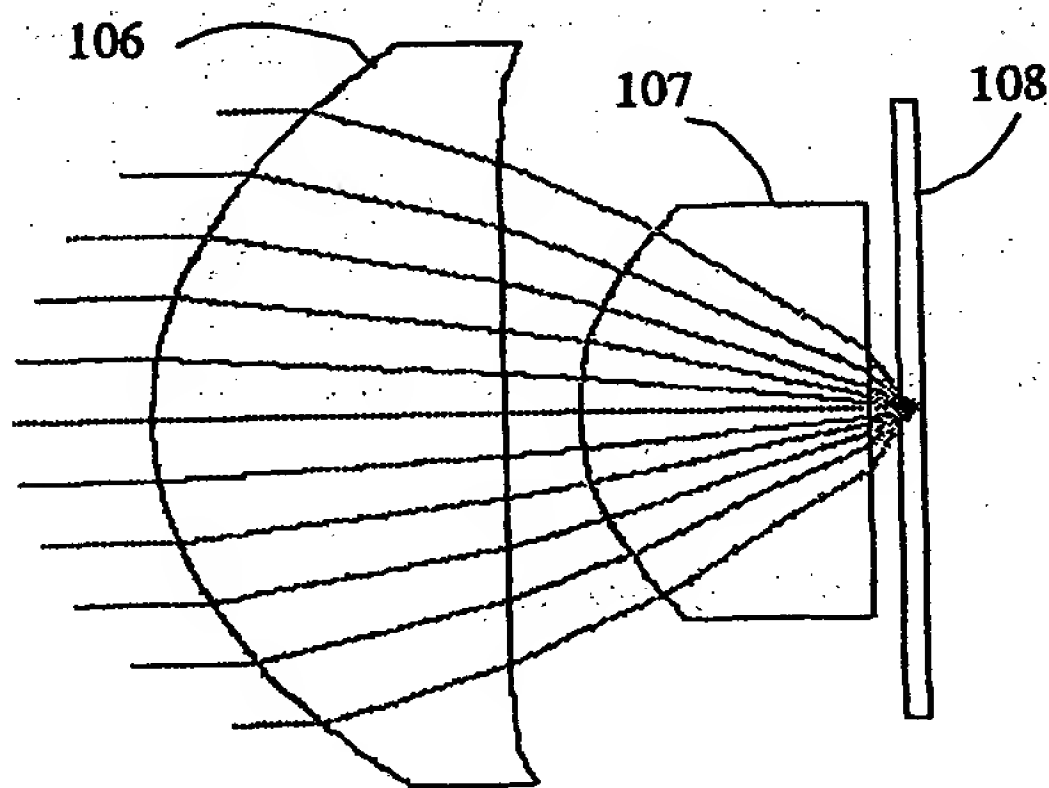


図10



1

OBJD	0.000	NAL	0.850	YING	0.000	FL	1.750	IMGB	0.000
OAL	2.421	ENTP	0.000	EXTP	-4.852	SCAL	25.440		

Best Available C

8/32

図 11

面番号	R	K	A	B	C	D	面間隔(mm)	屈折率
1	1.6273	-0.50566	-2.07E-03	-9.99E-04	7.50E-05	-2.05E-04	1.564562	1.50436
2	89.45684	0	-2.93E-03	4.60E-03	-3.33E-03	9.21E-04	0.34768	1
3	1.30215	-0.503781	1.93E-02	1.21E-02	2.06E-04	0	1.282655	1.604471
4	∞	0	0	0	0	0	0.134216	1
5	∞	0	0	0	0	0	0.1	1.529569

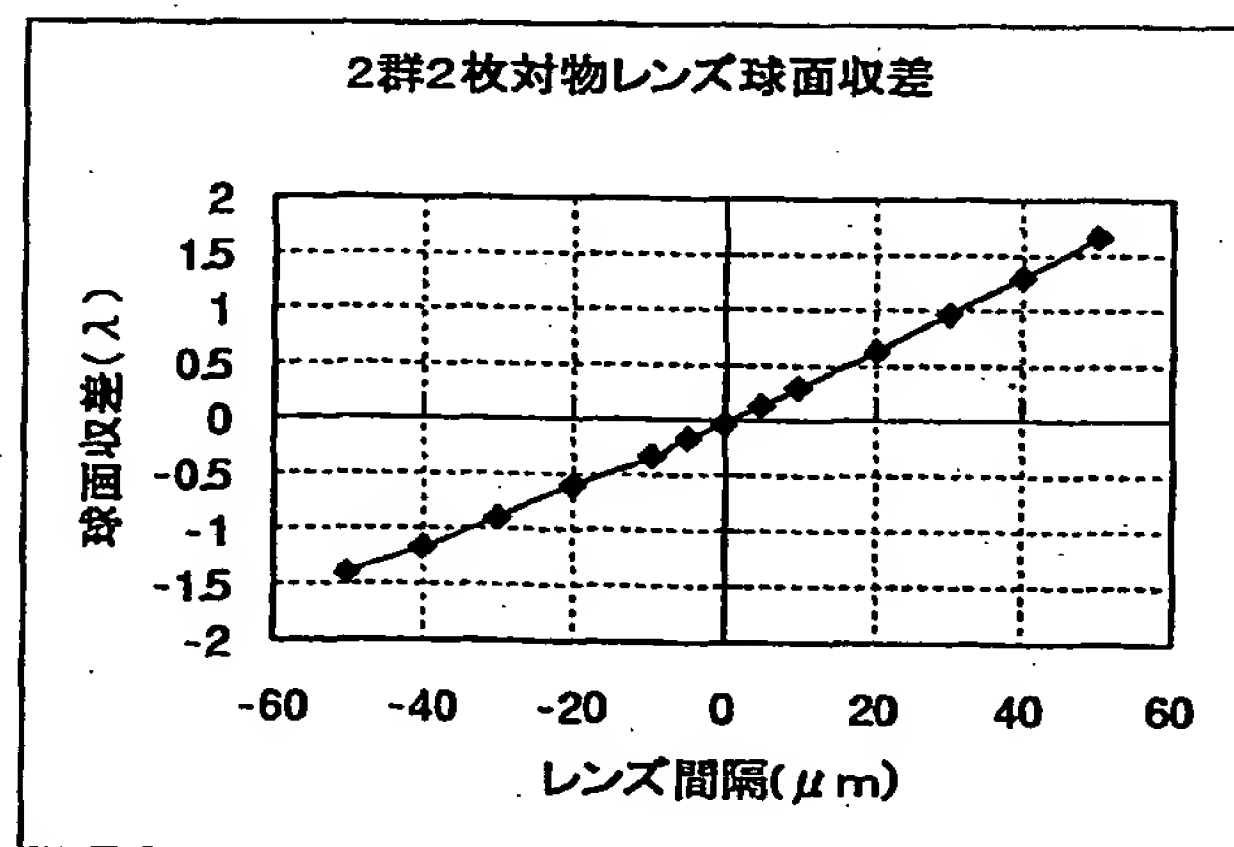
$$X = \frac{Y^2 / R}{1 + \{1 - (1 + K)(Y/R)^2\}^{1/2}} + AY^4 + BY^6 + CY^8 + DY^{10}$$

X: 面頂点からの深さ、Y: 光軸からの高さ、R: 近軸曲率半径、K: 円錐定数

A: Y^4 項の非球面係数、B: Y^6 項の非球面係数、C: Y^8 項の非球面係数

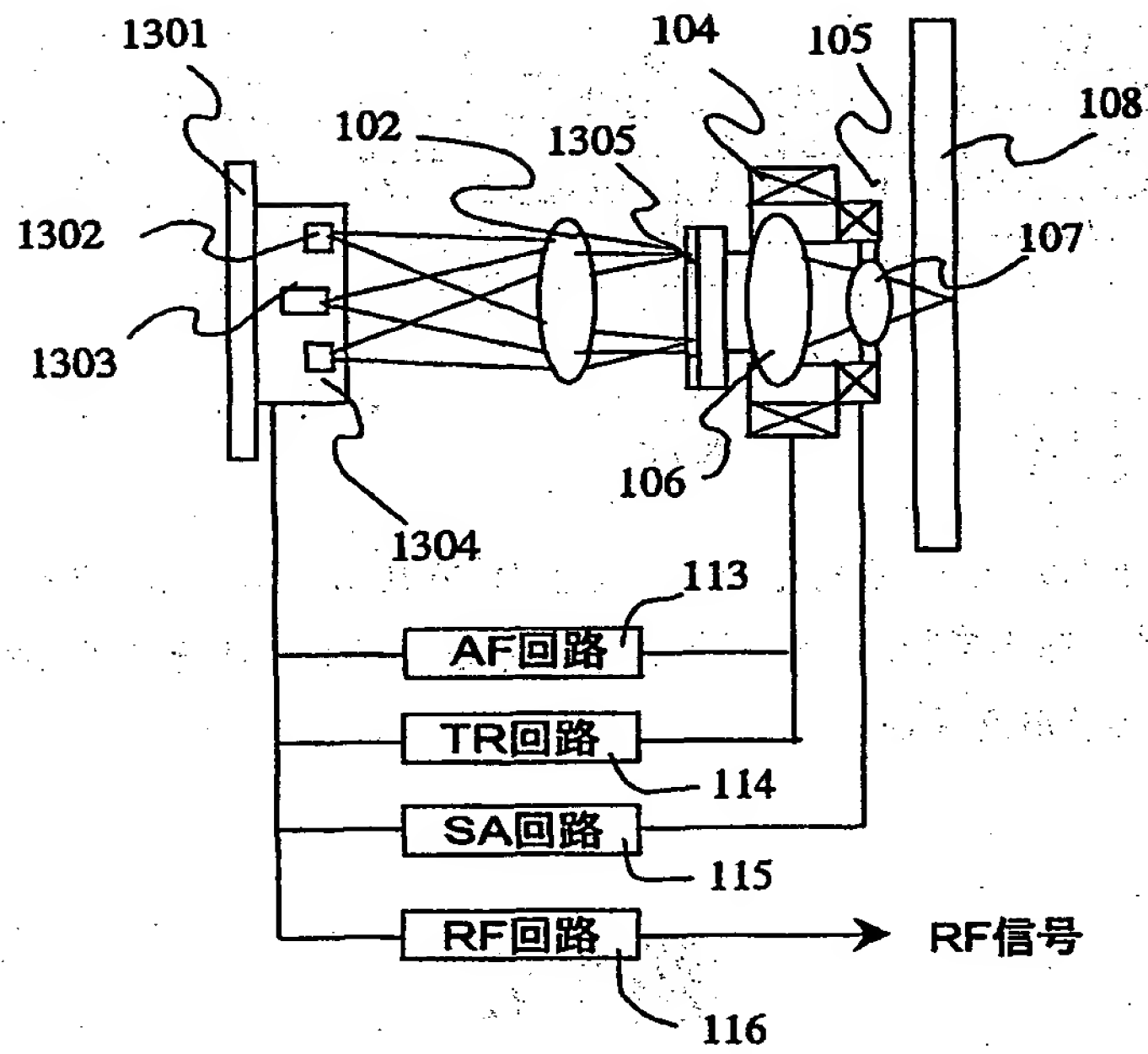
D: Y^{10} 項の非球面係数

図 12



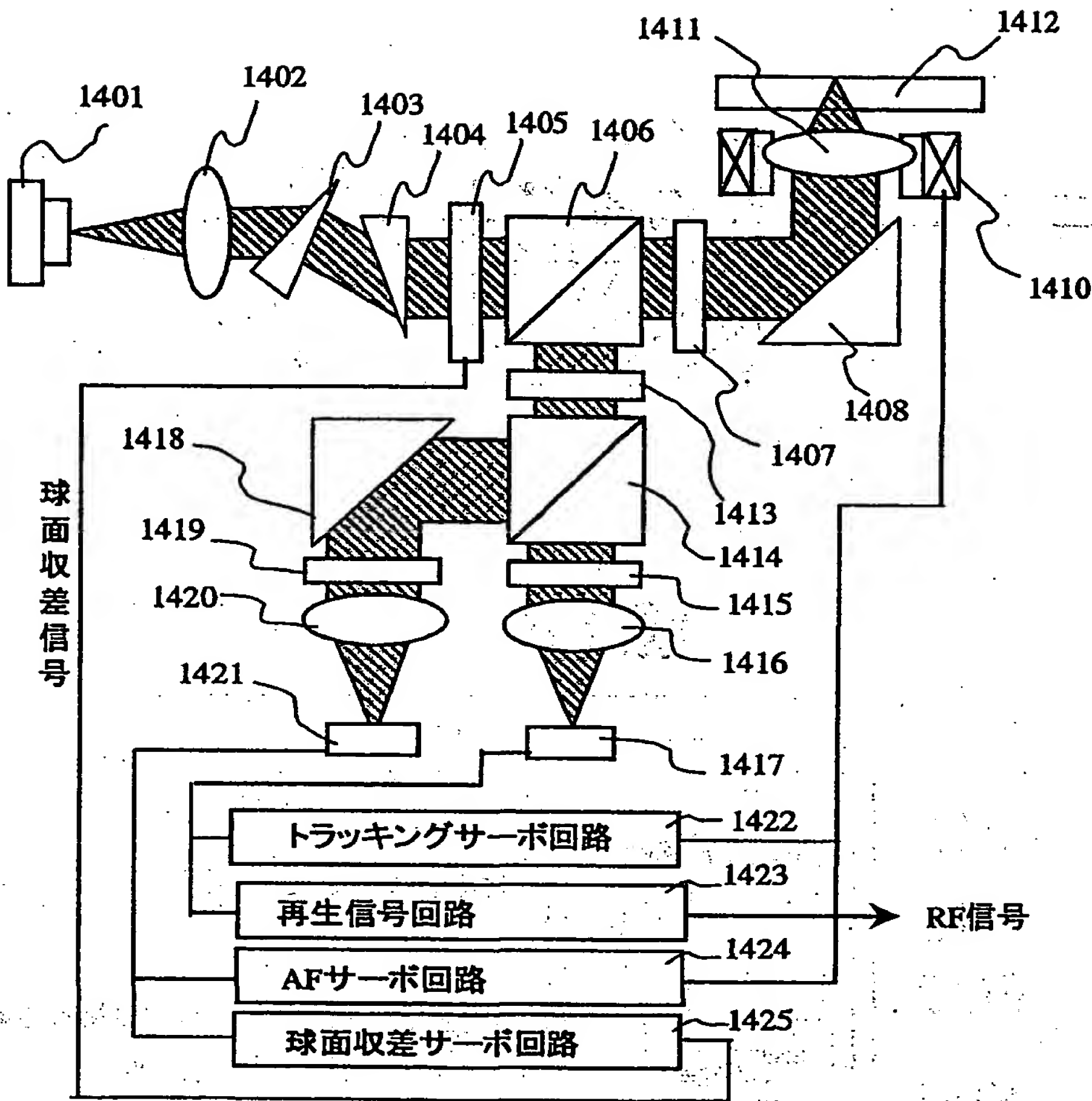
9/32

図13



10/32

図14



11/32

図15

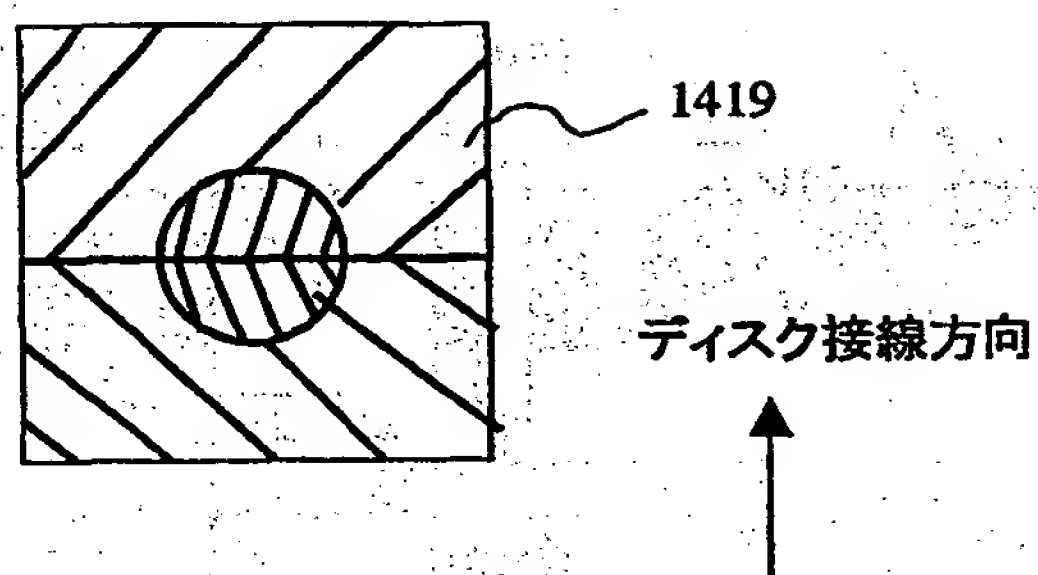
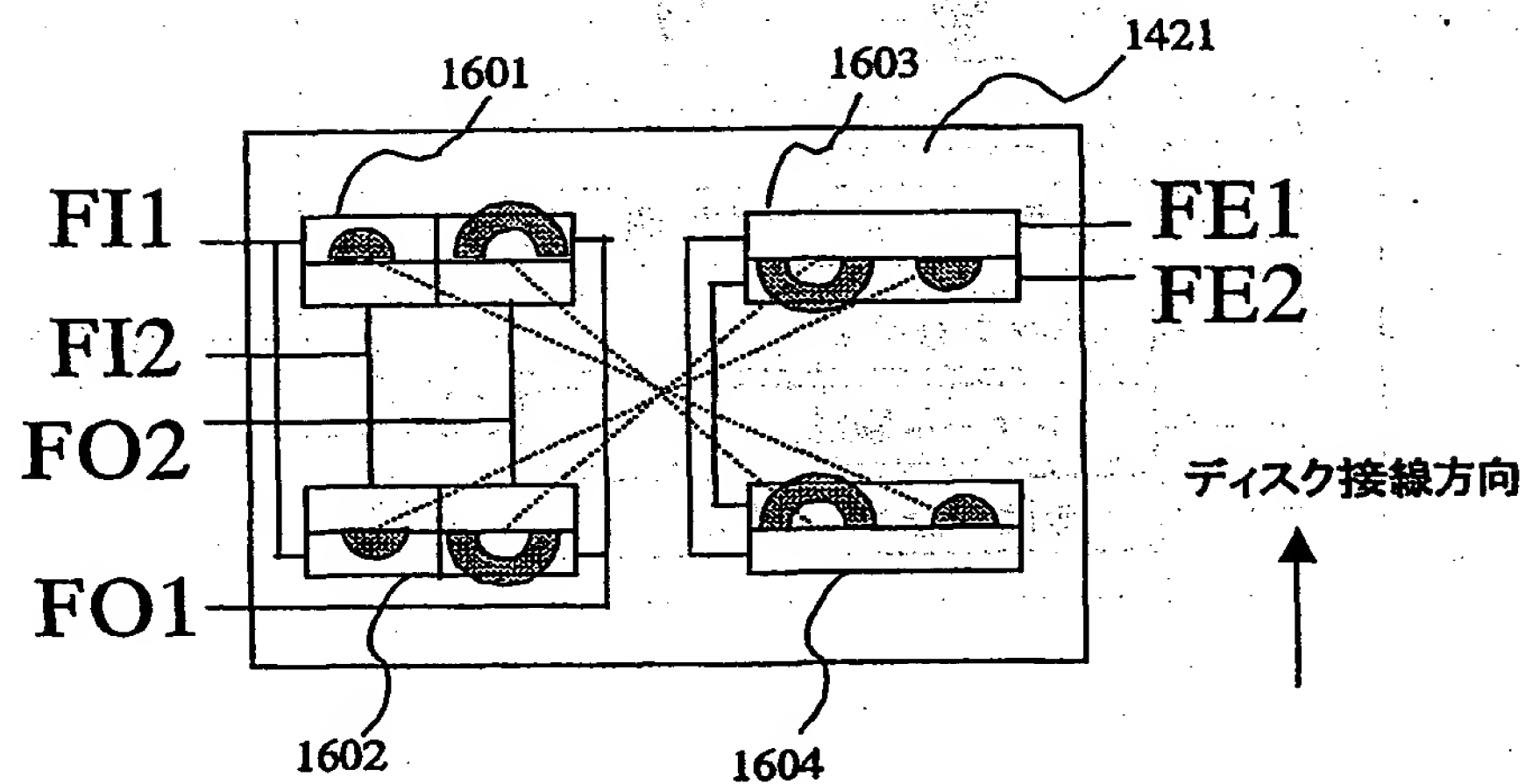


図16



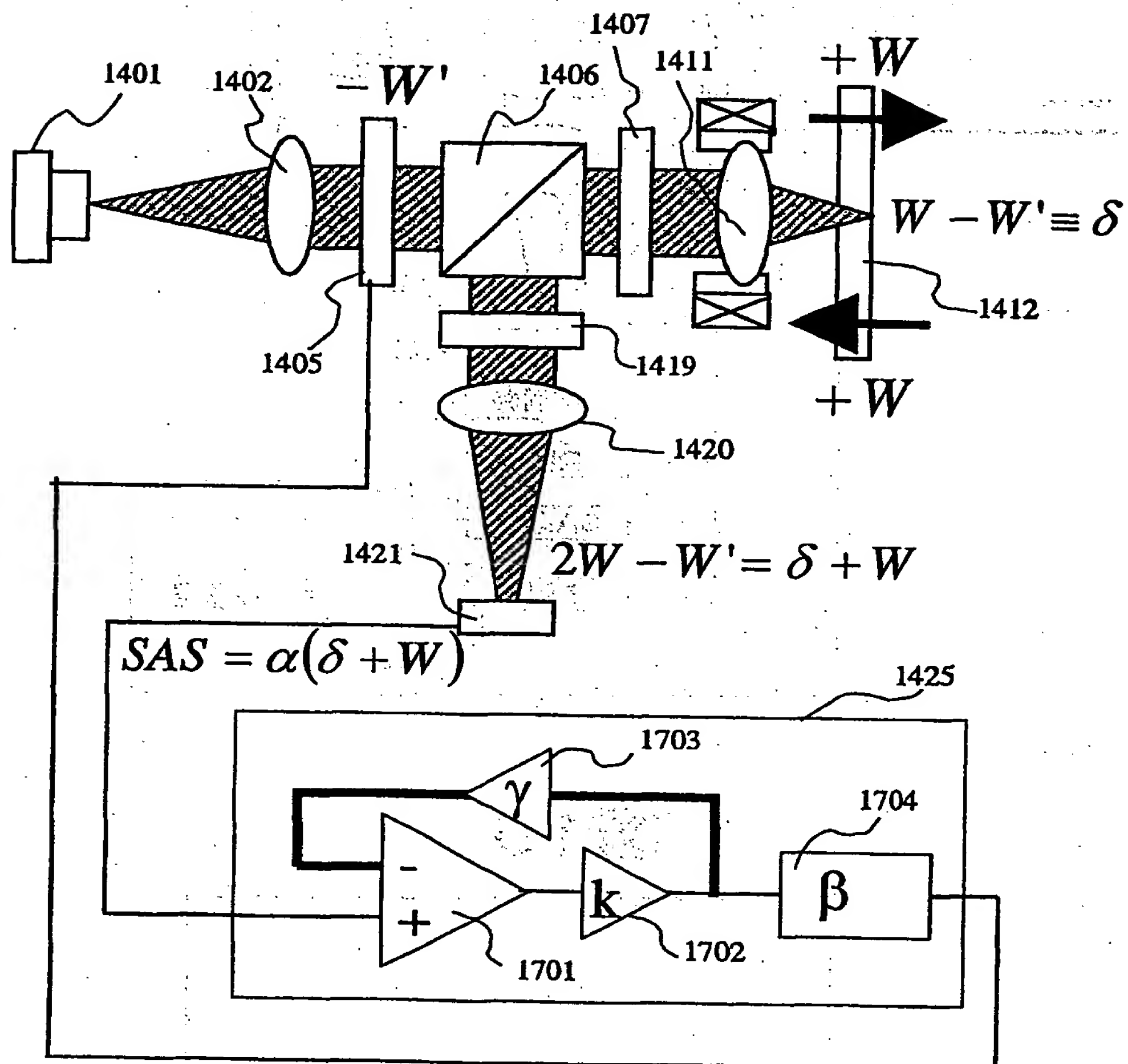
$$FES = FE1 - FE2$$

$$SAS = (FO1 - FO2) - G(FI1 - FI2)$$

Best Available Copy

12/32

図 17



Best Available Copy

13/32

図18

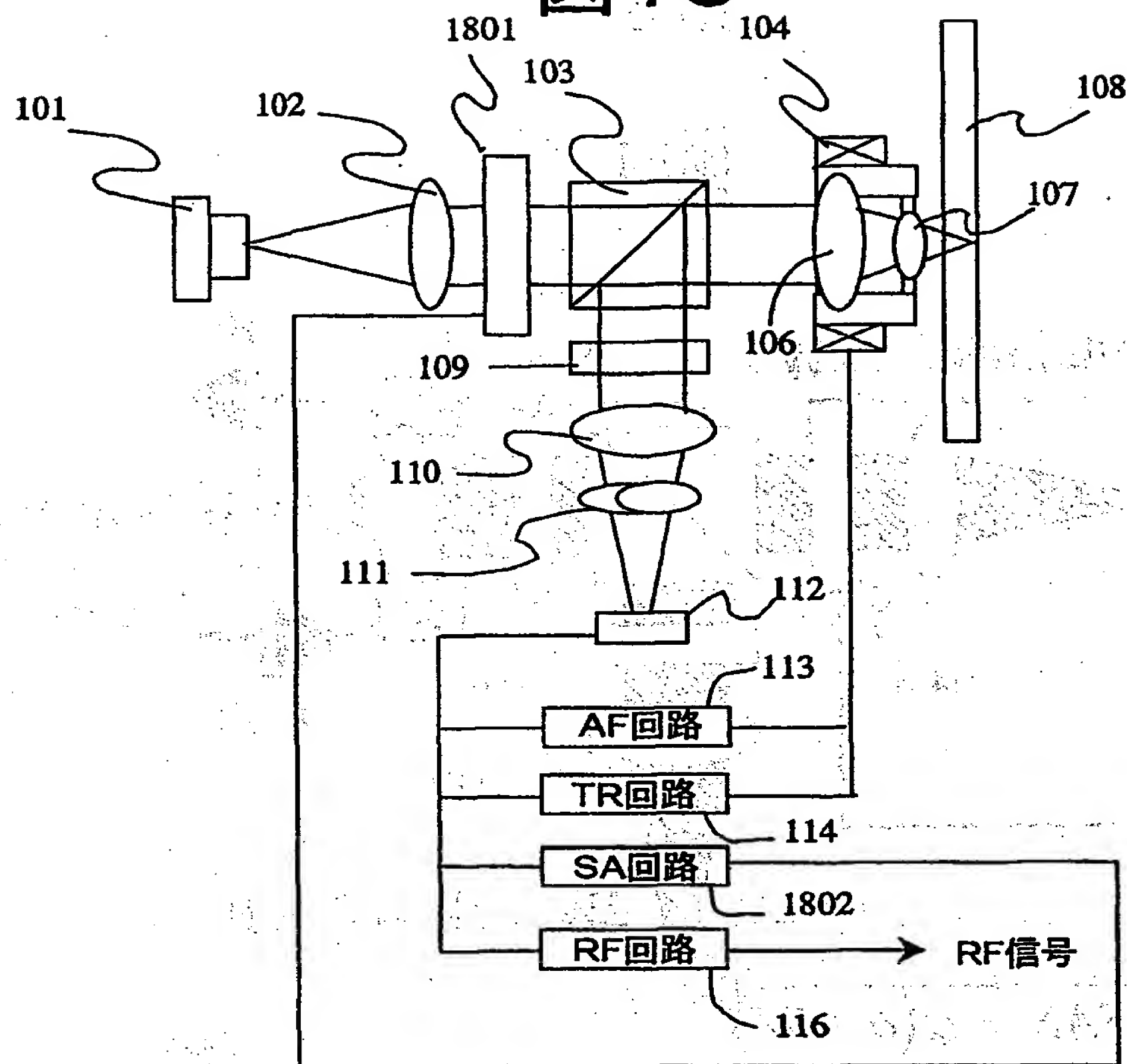
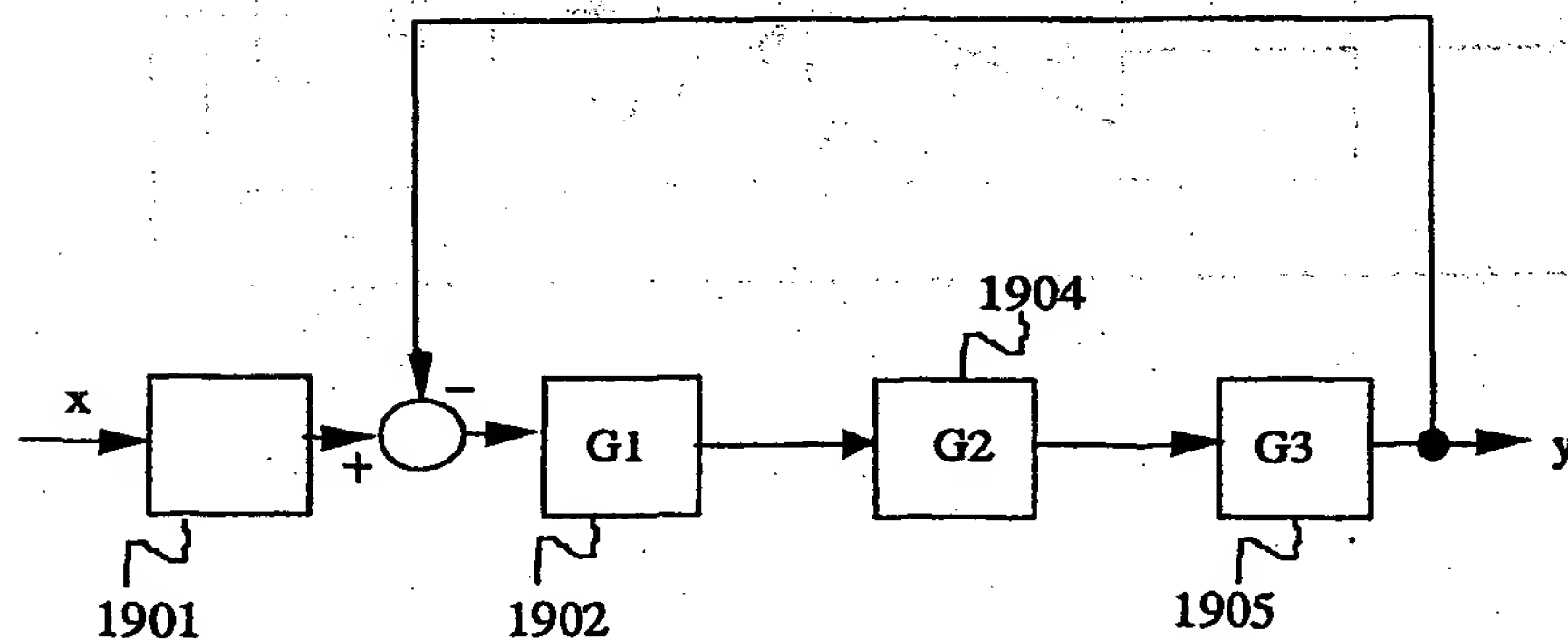


図19



Best Available Copy

14/32

図20

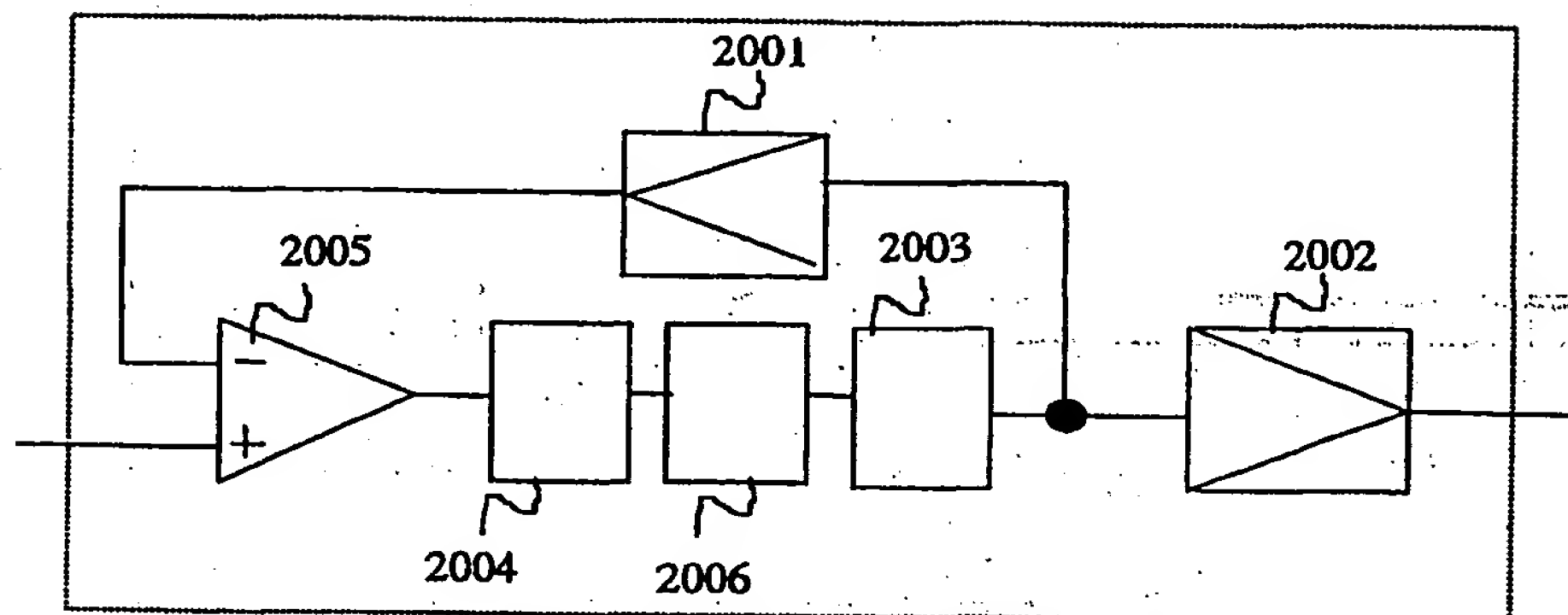
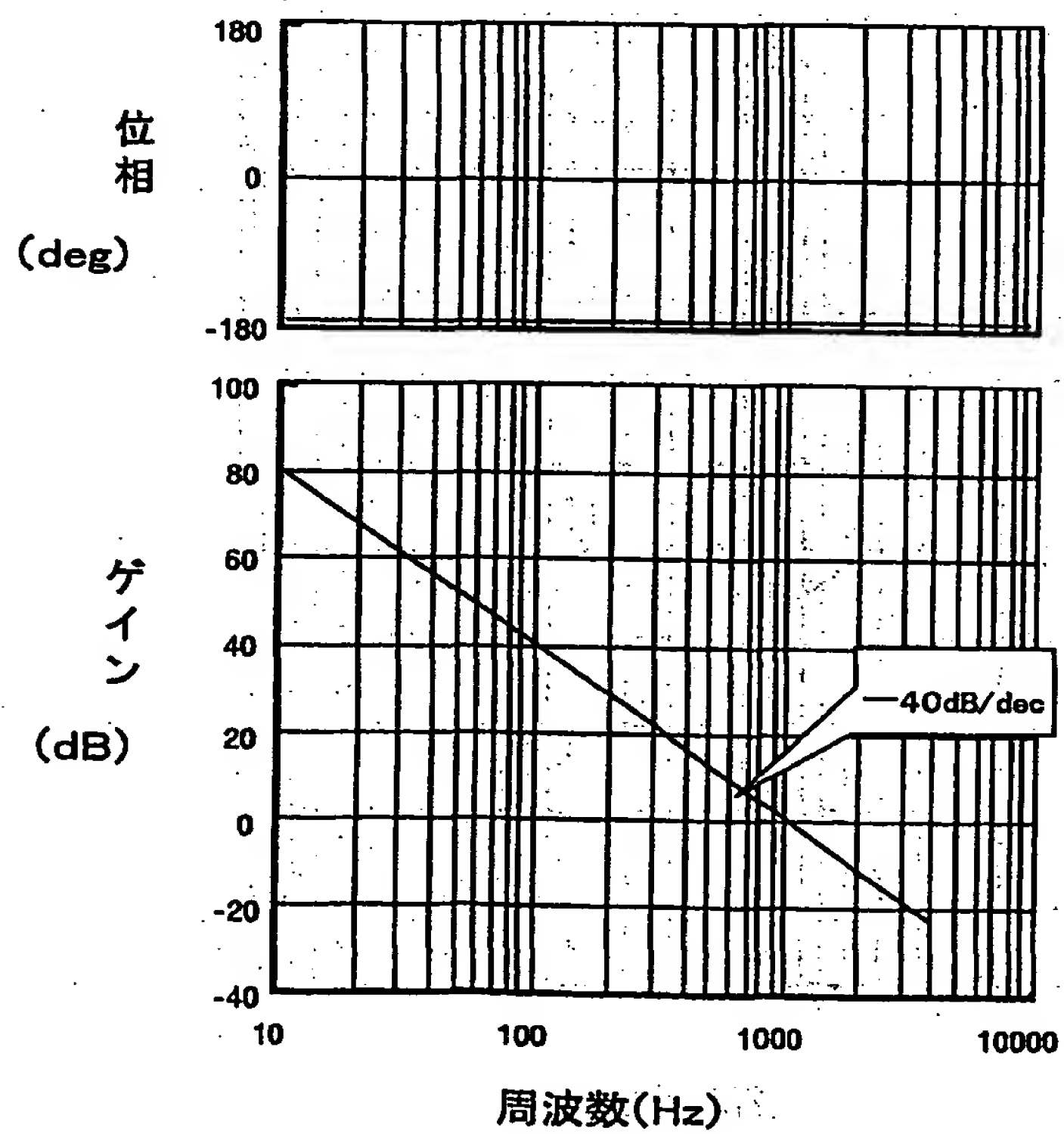


図21



Best Available Copy

14/32

図20

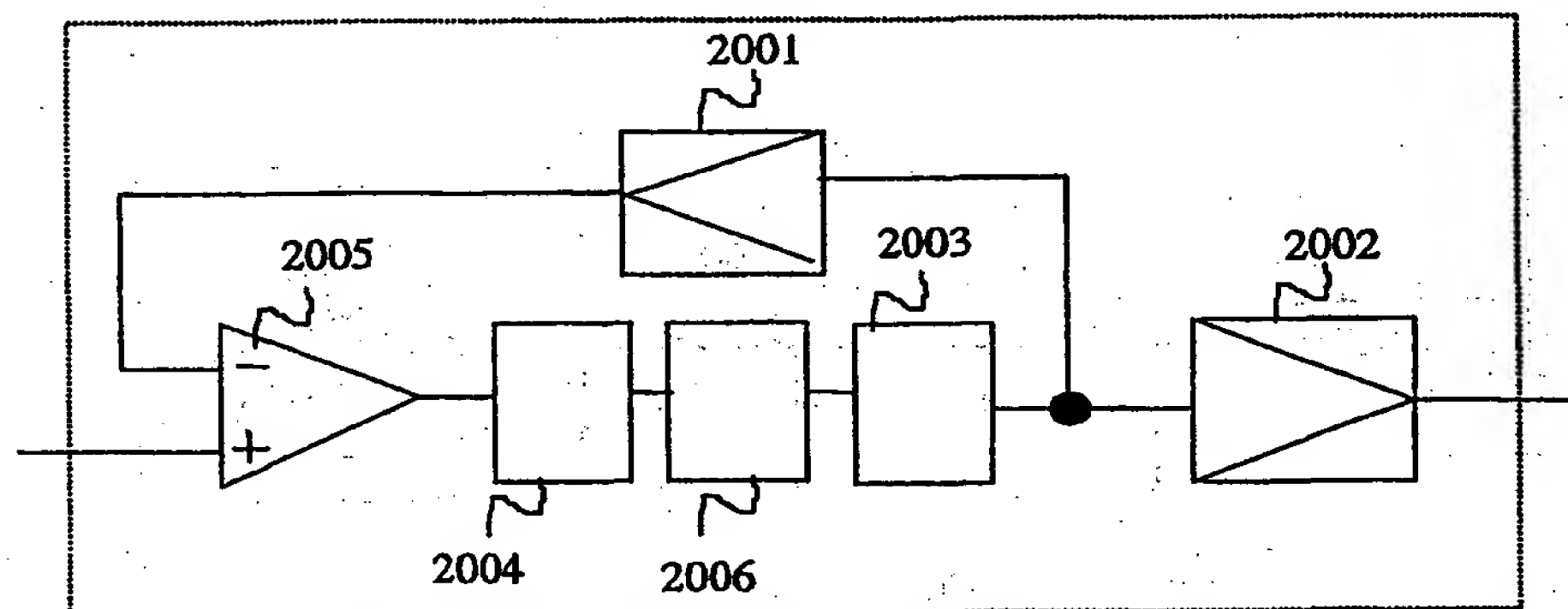
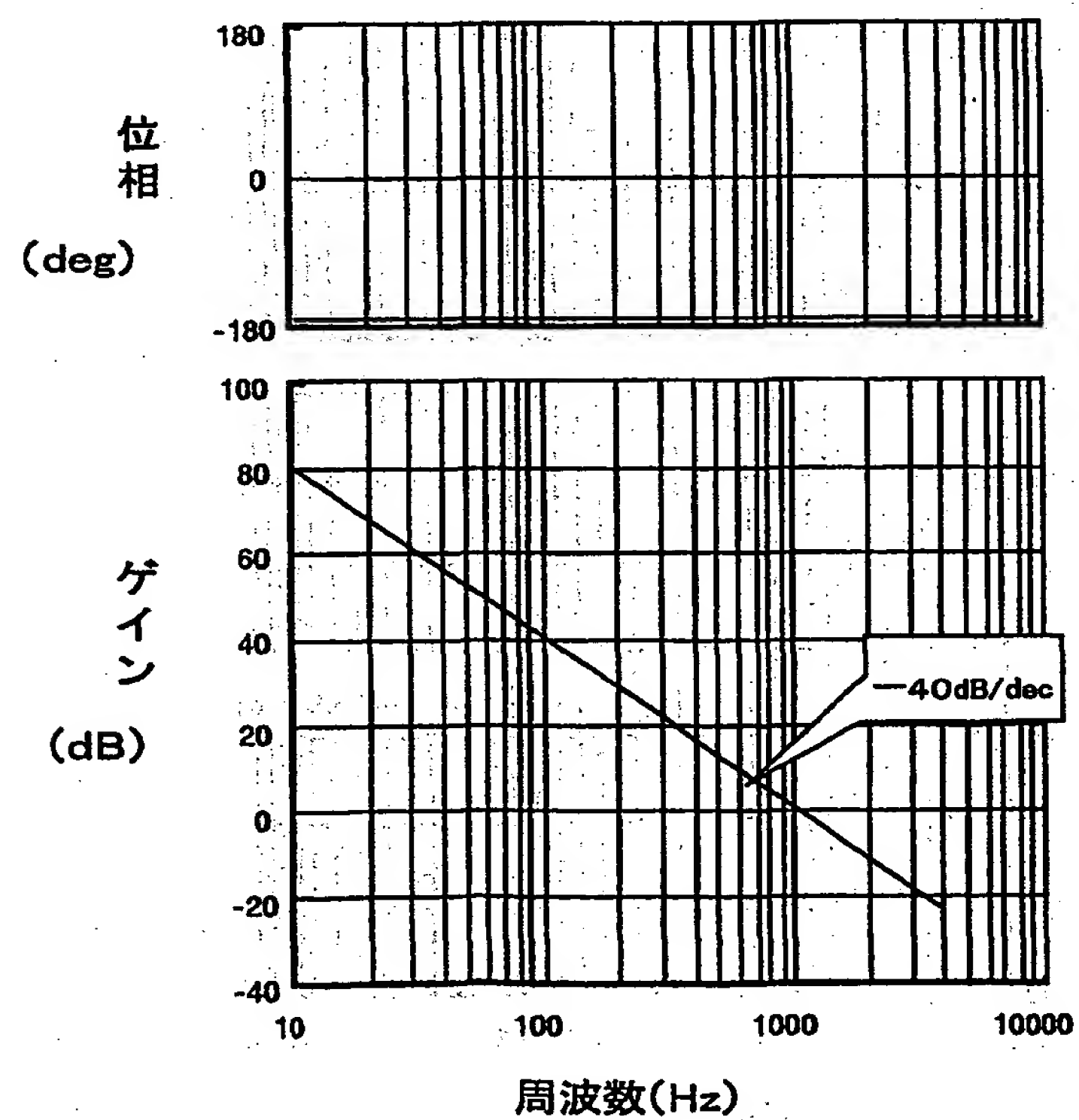


図21



Best Available Cop,

15/32

図22

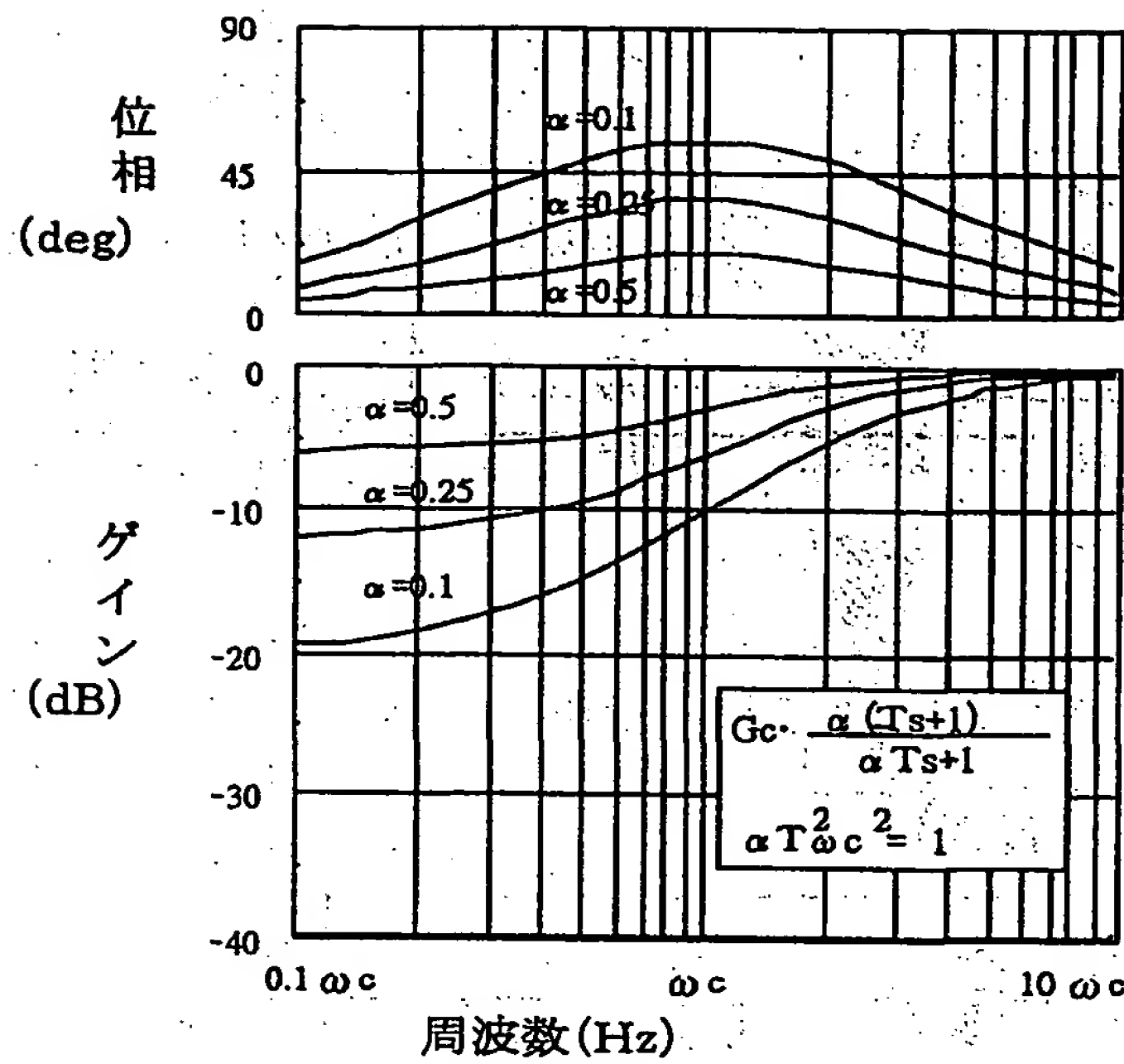
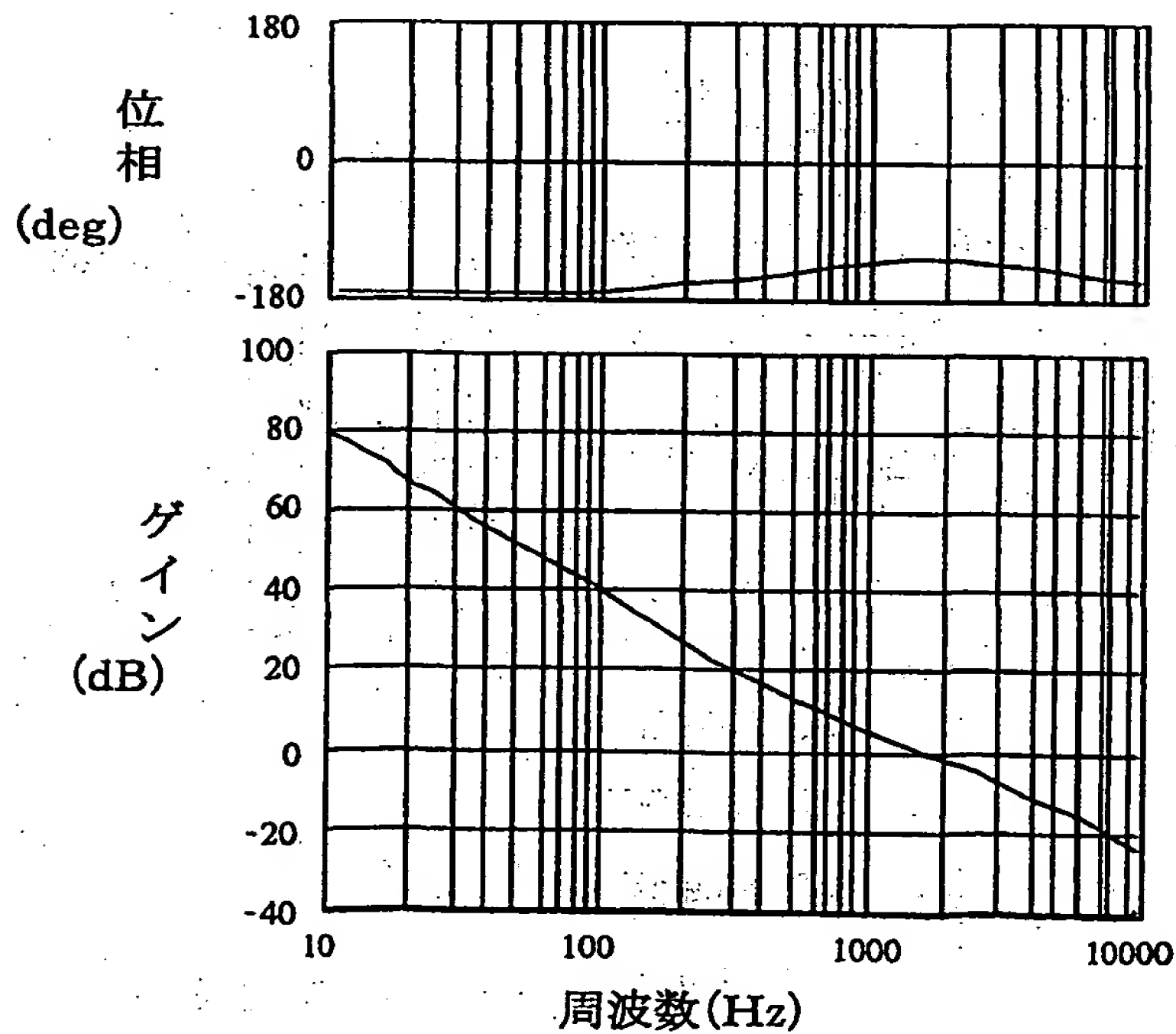


図23



Best Available Copy

16/32

図24

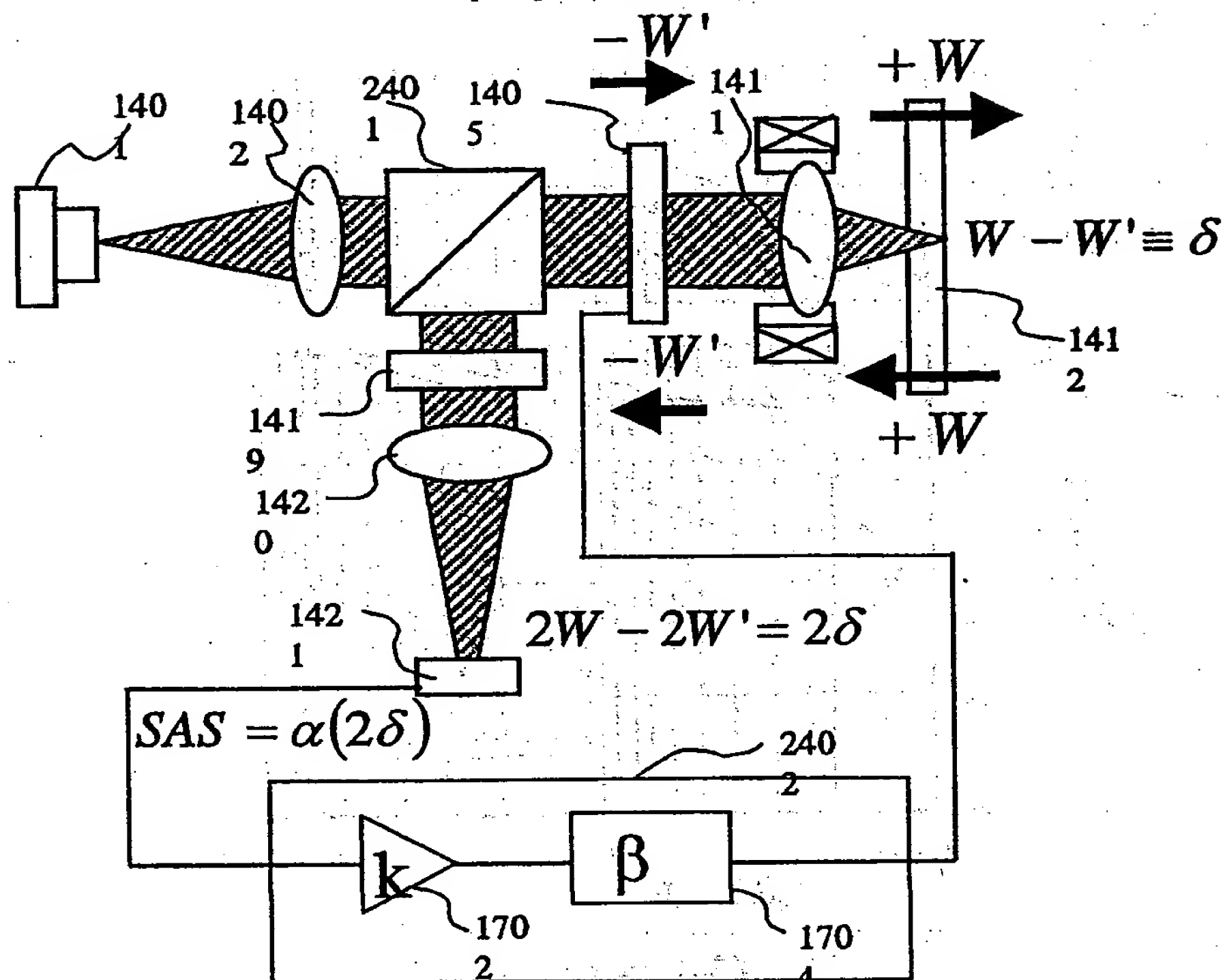
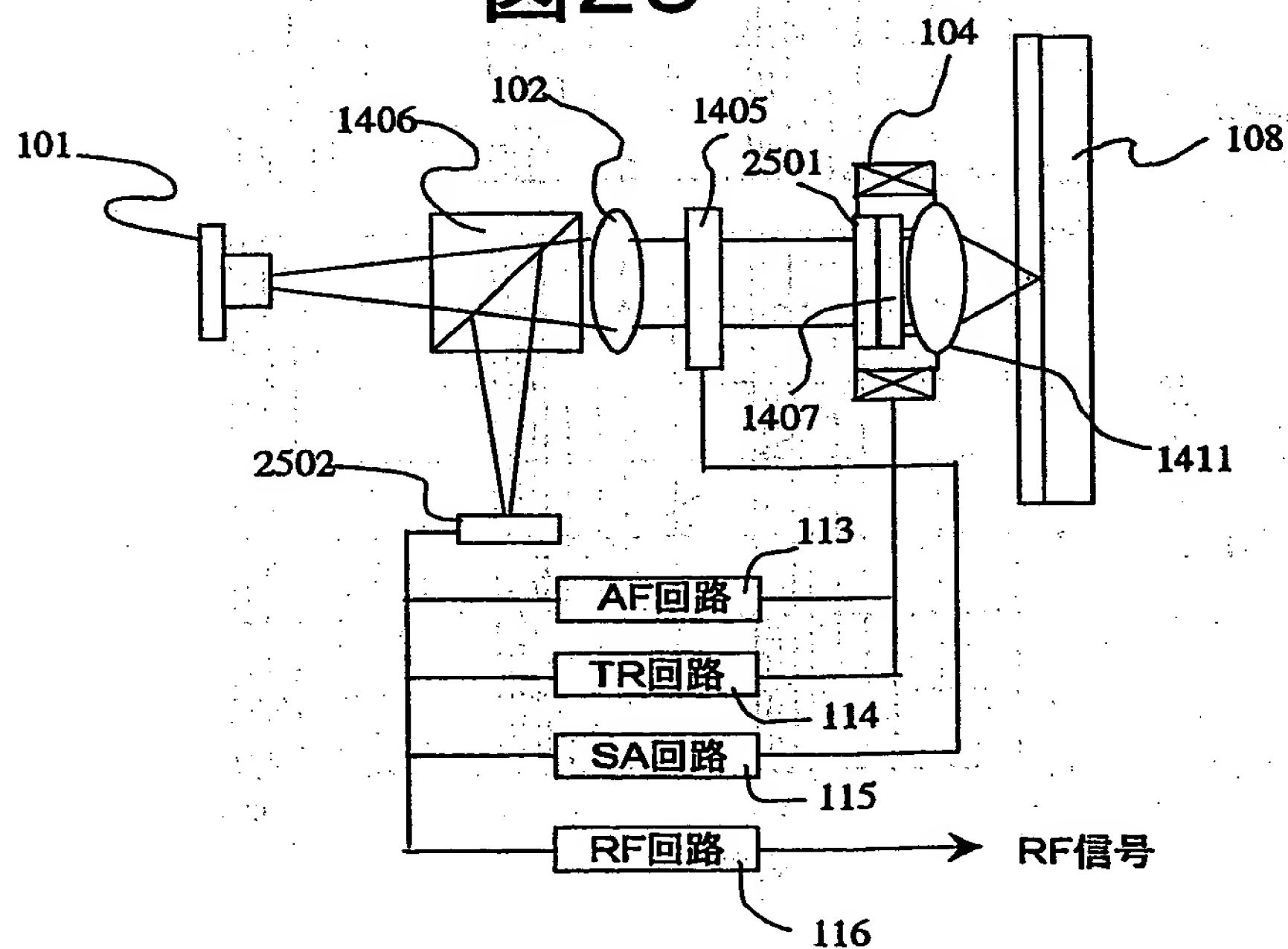


図25



Best Available Copy

17/32

図26

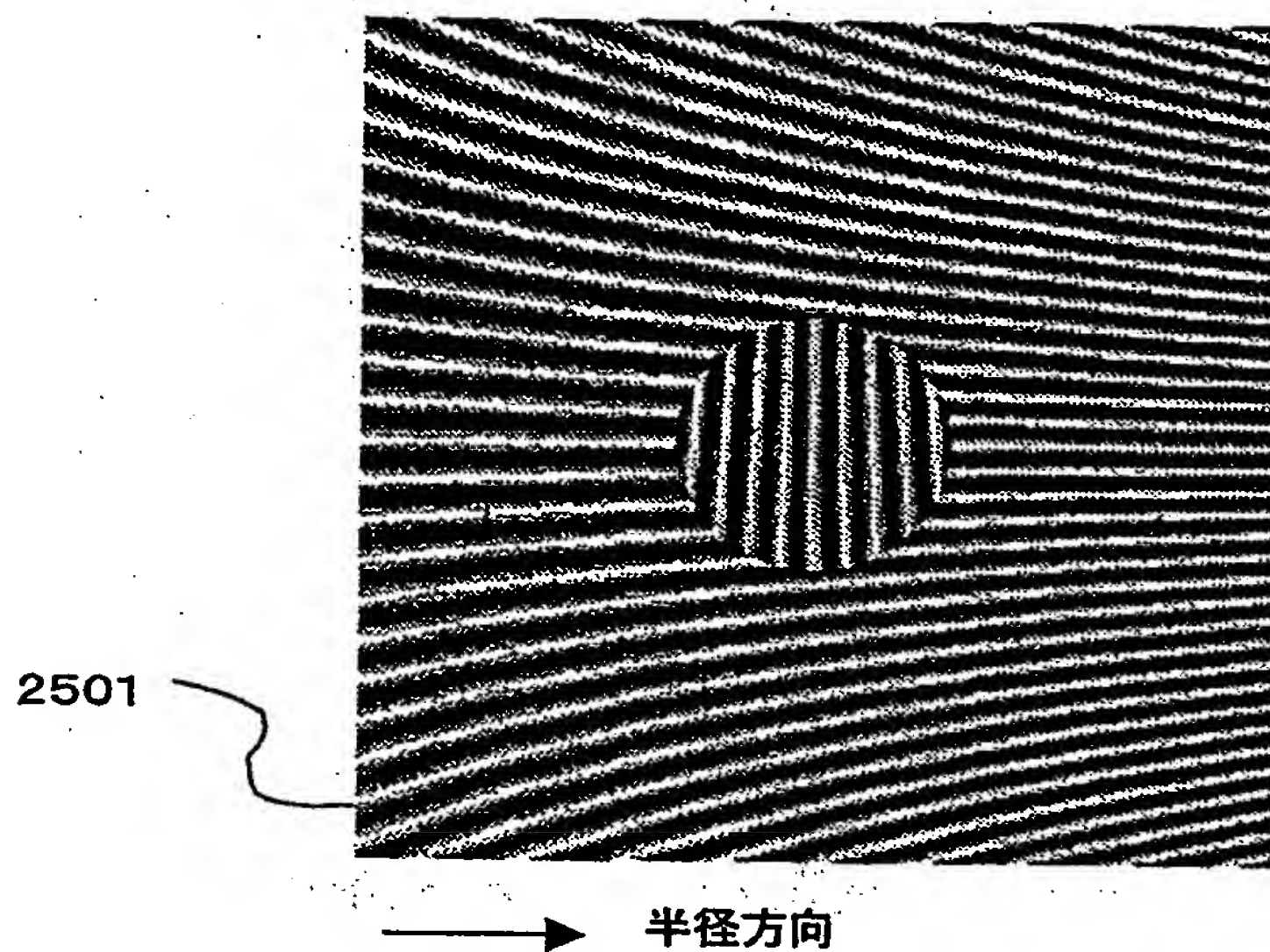
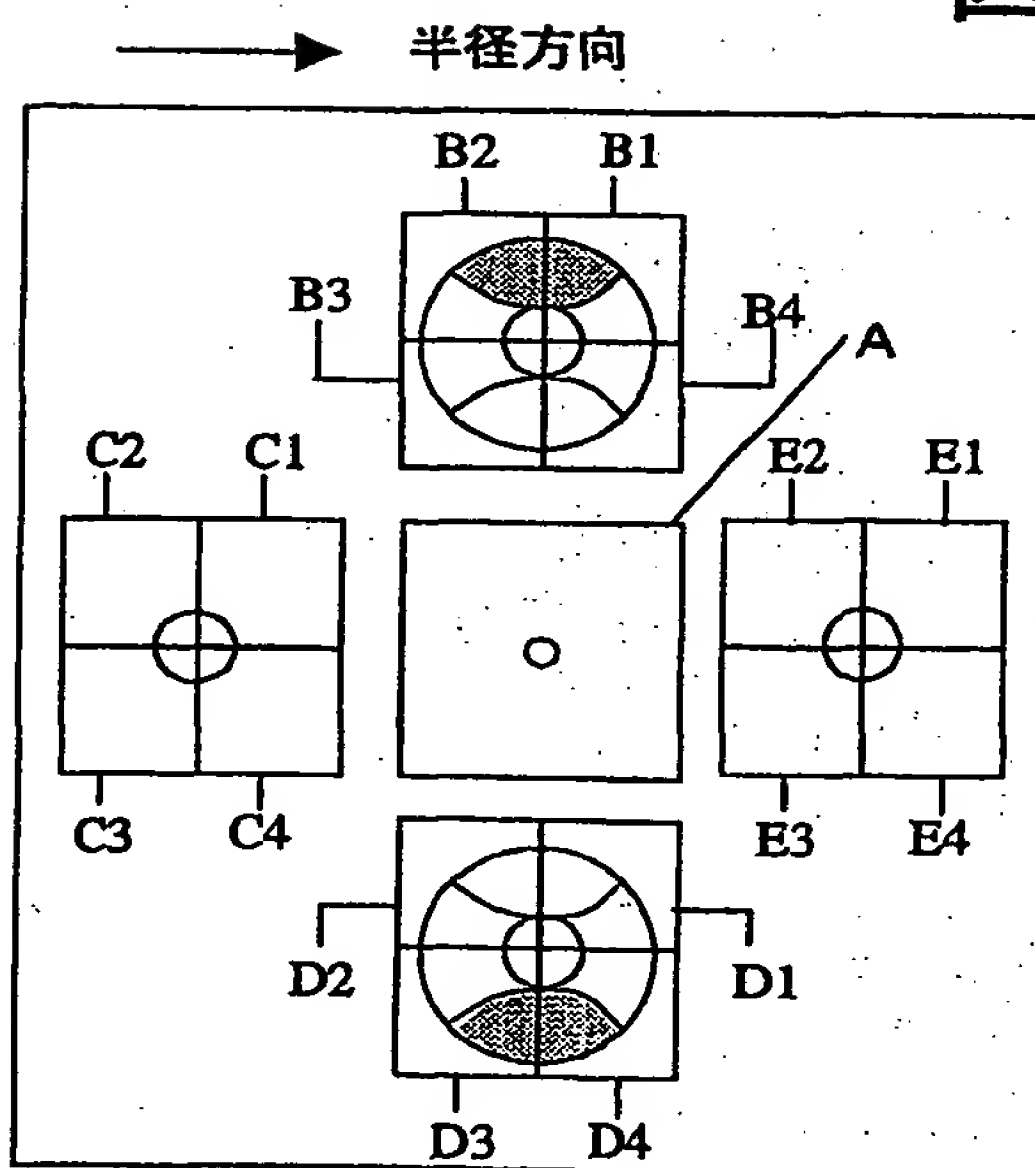


図27



$$\begin{aligned}
 AF &= (B1 - B2 + B3 - B4) + (C1 - C2 + C3 - C4) \\
 &\quad - (D1 - D2 + D3 - D4) - (E1 - E2 + E3 - E4) \\
 TR &= (B1 + B2 - B3 - B4) - (D1 + D2 - D3 - D4) \\
 &\quad - G1 [(C1 + C2 - C3 - C4) - (E1 + E2 - E3 - E4)] \\
 SA &= (B1 - B2 + B3 - B4) - (D1 - D2 + D3 - D4) \\
 &\quad - G2 [(C1 - C2 + C3 - C4) - (E1 - E2 + E3 - E4)] \\
 RF &= A \\
 LS &= (C1 + C2 - C3 - C4) - (E1 + E2 - E3 - E4)
 \end{aligned}$$

出力信号
 A、(B1+D4)、(B2+D3)、(B3+D2)、(B4+D1)、
 (C1+E4)、(C2+E3)、(C3+E2)、(C4+E1)、
 計9本

18/32

図28

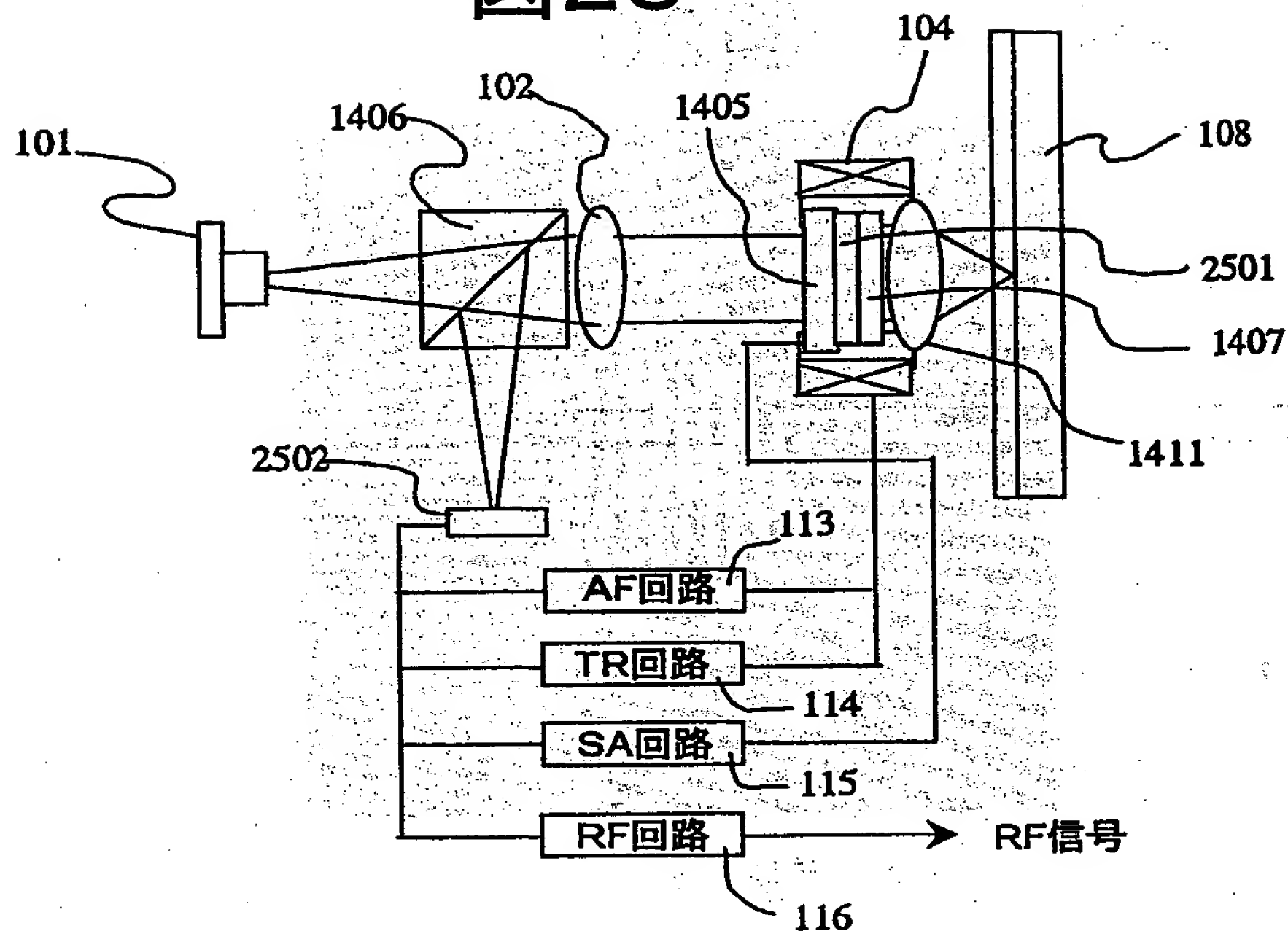
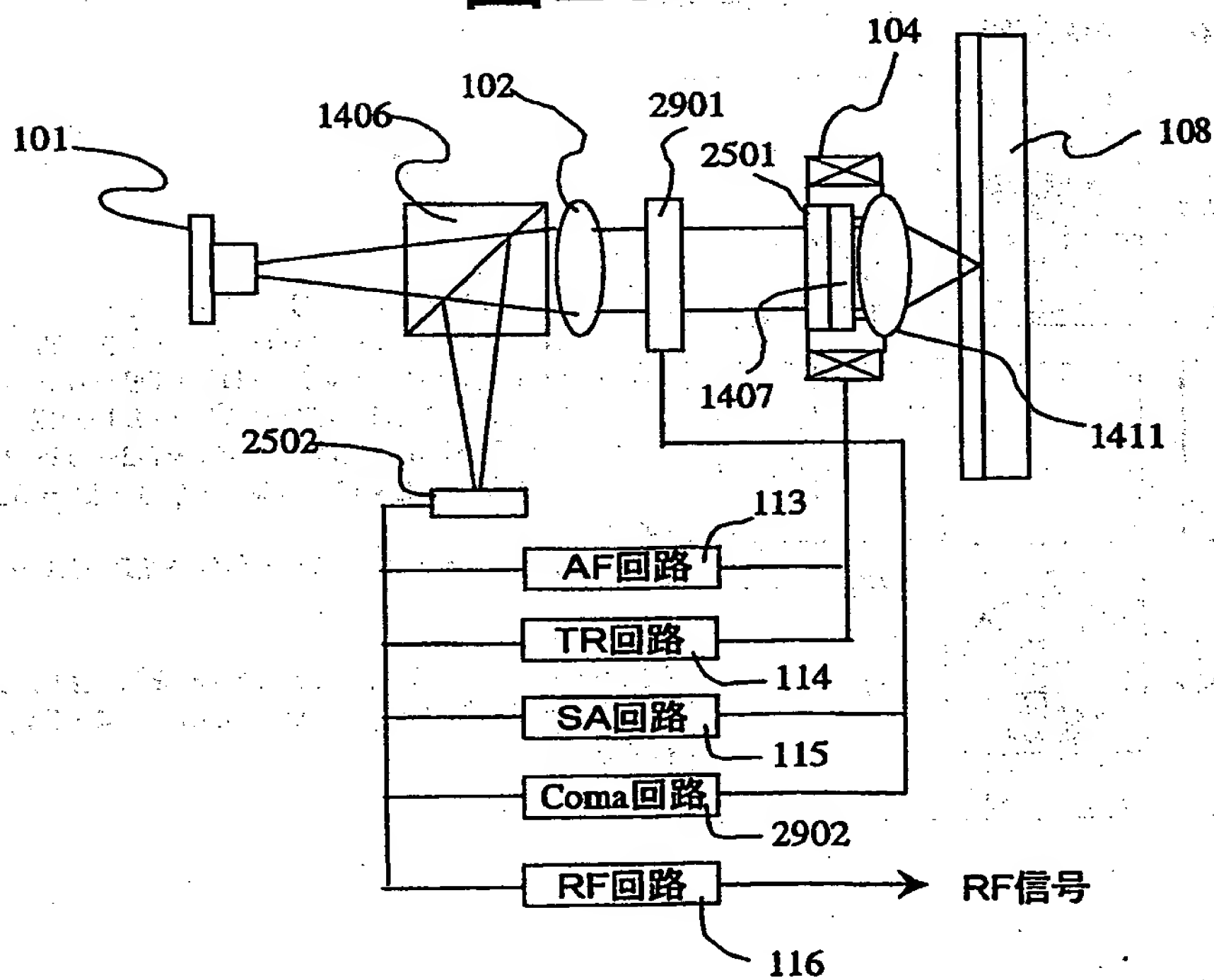
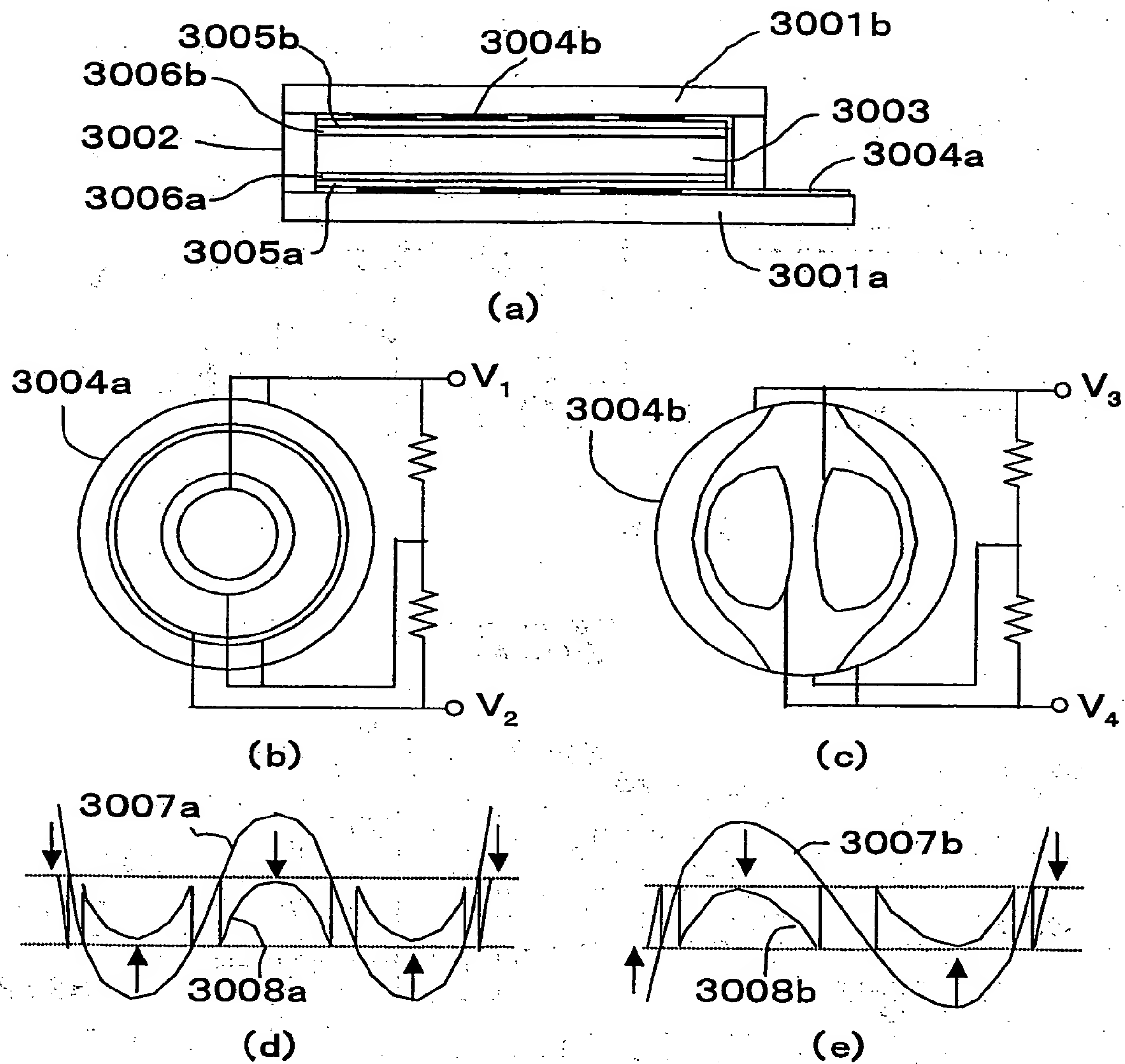


図29



19/32

図30



Best Available Copy

20/32

図31

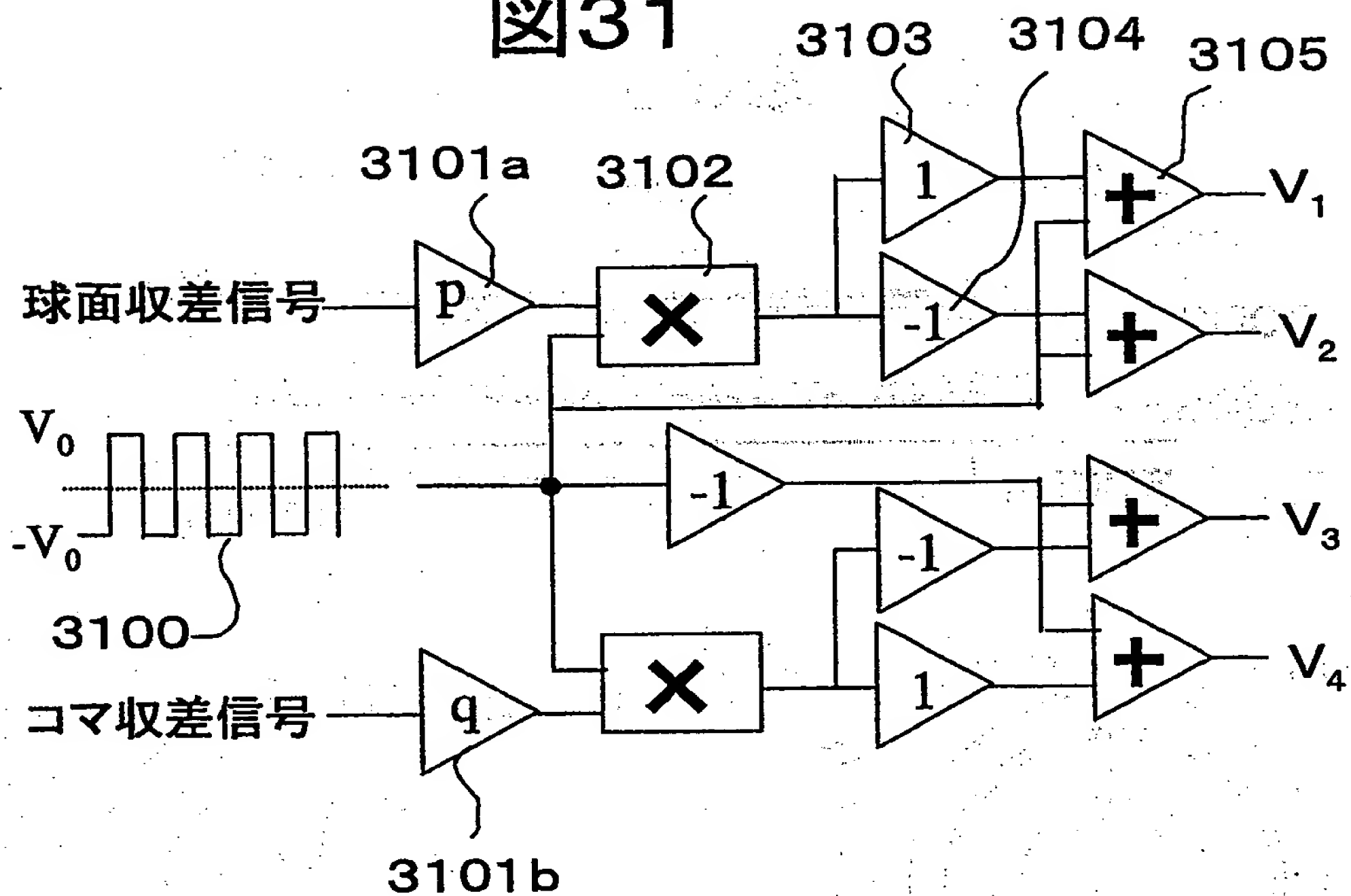
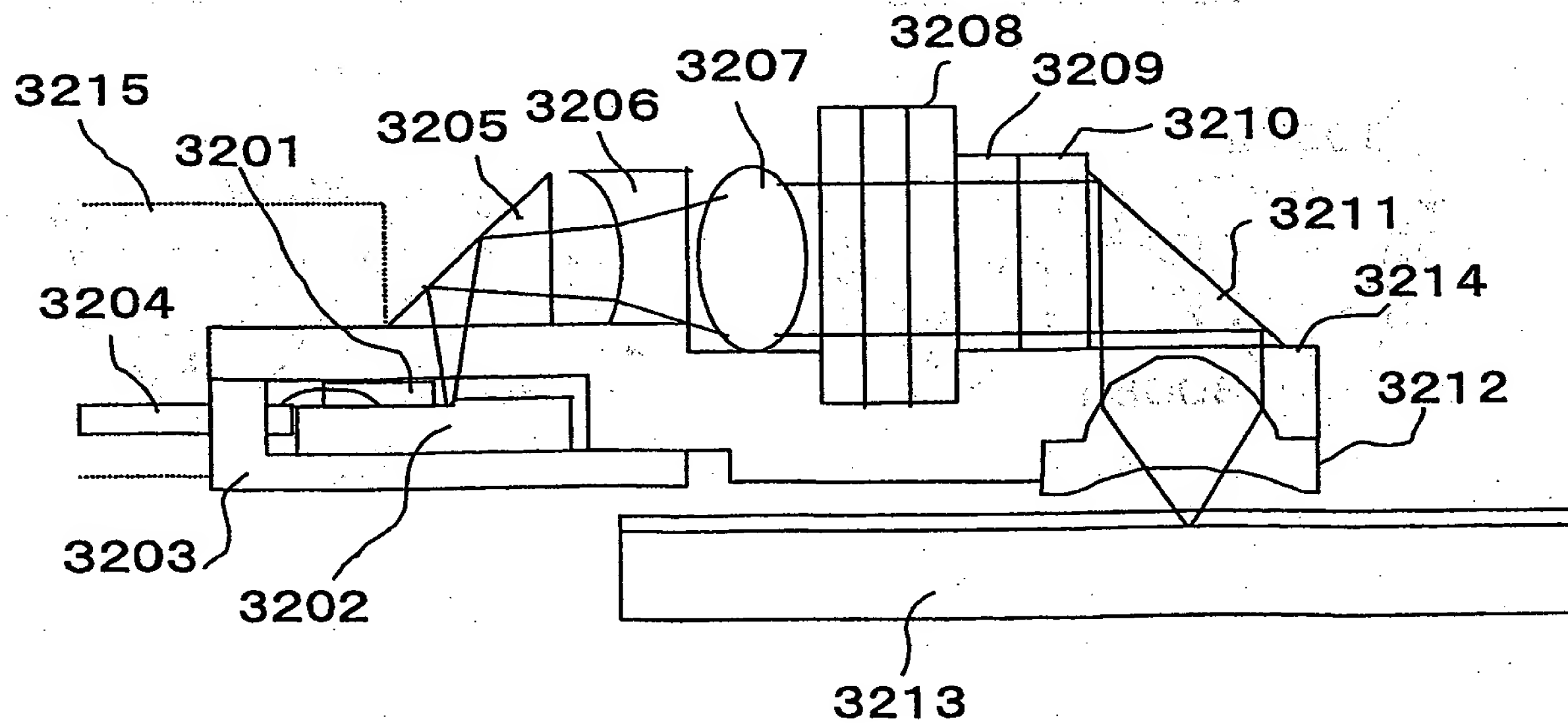


図32



21/32

図33

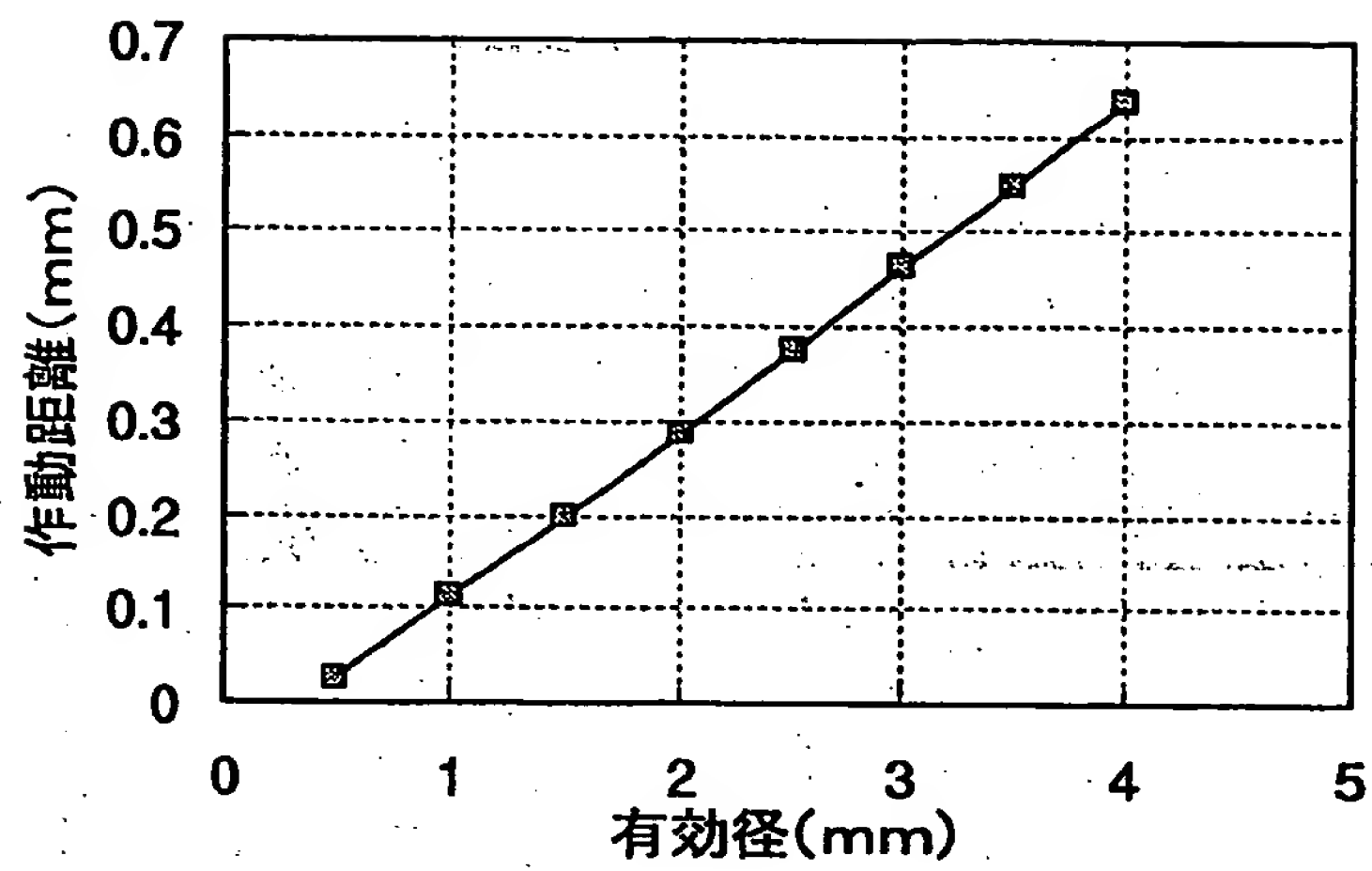
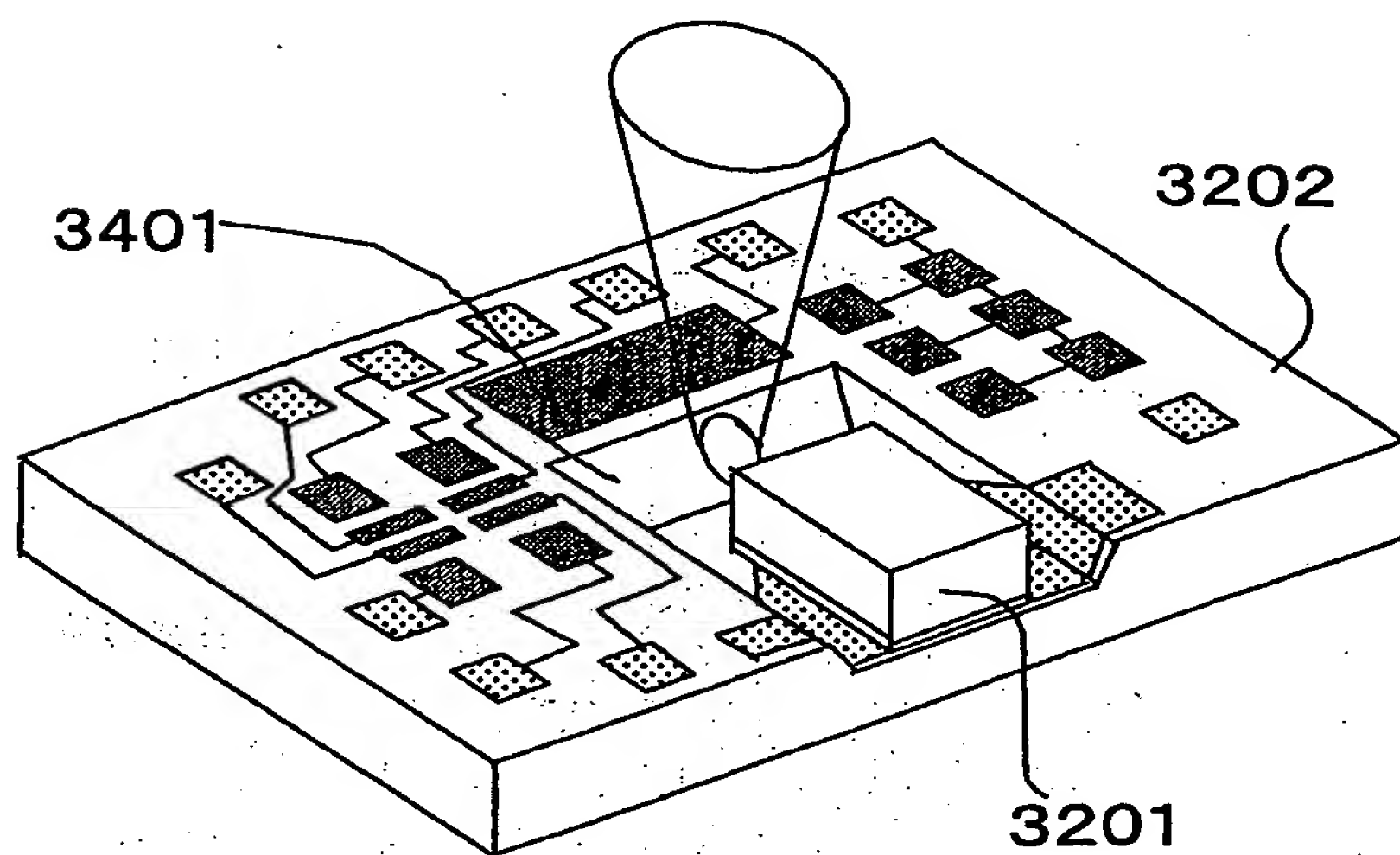
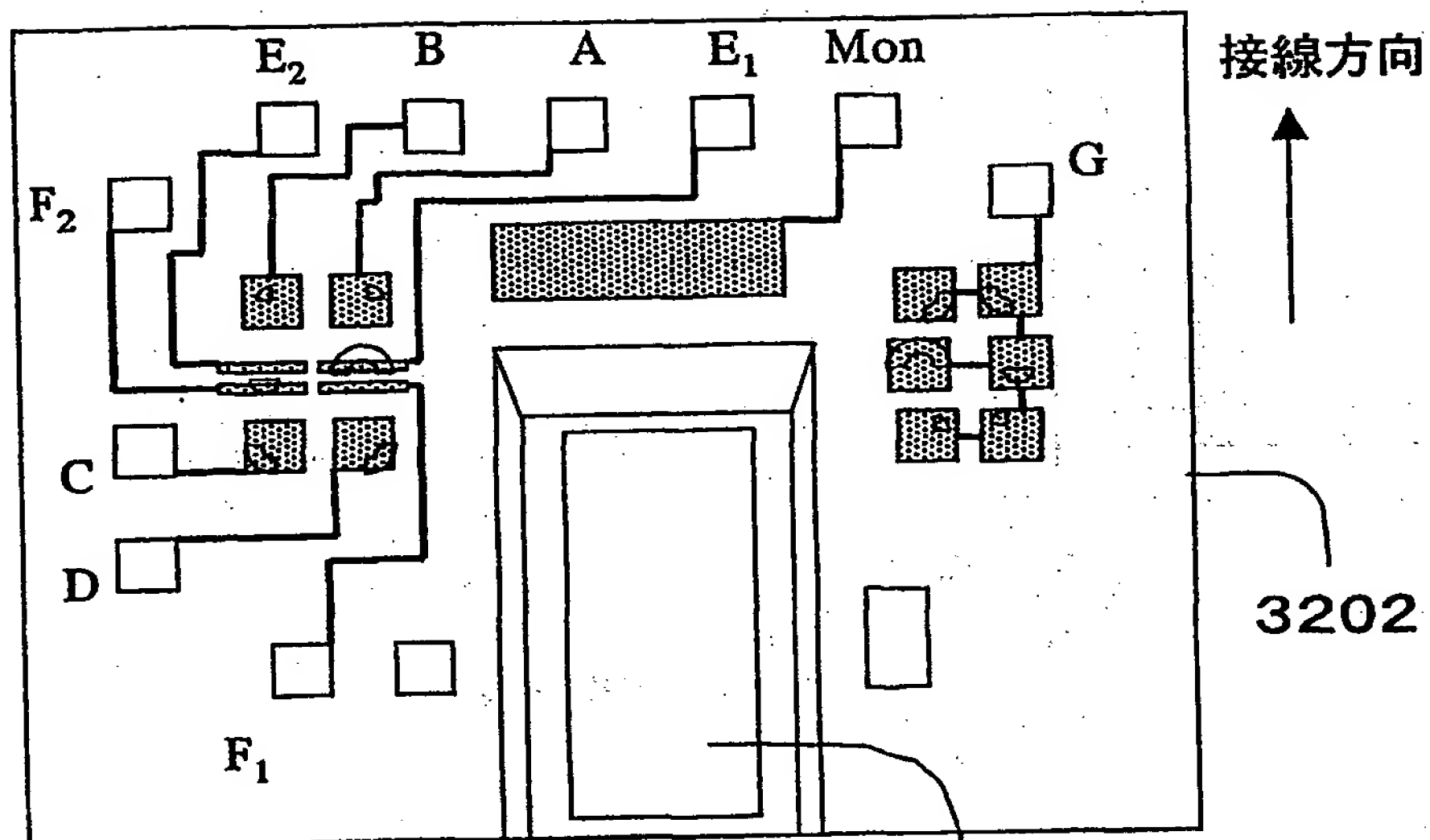


図34



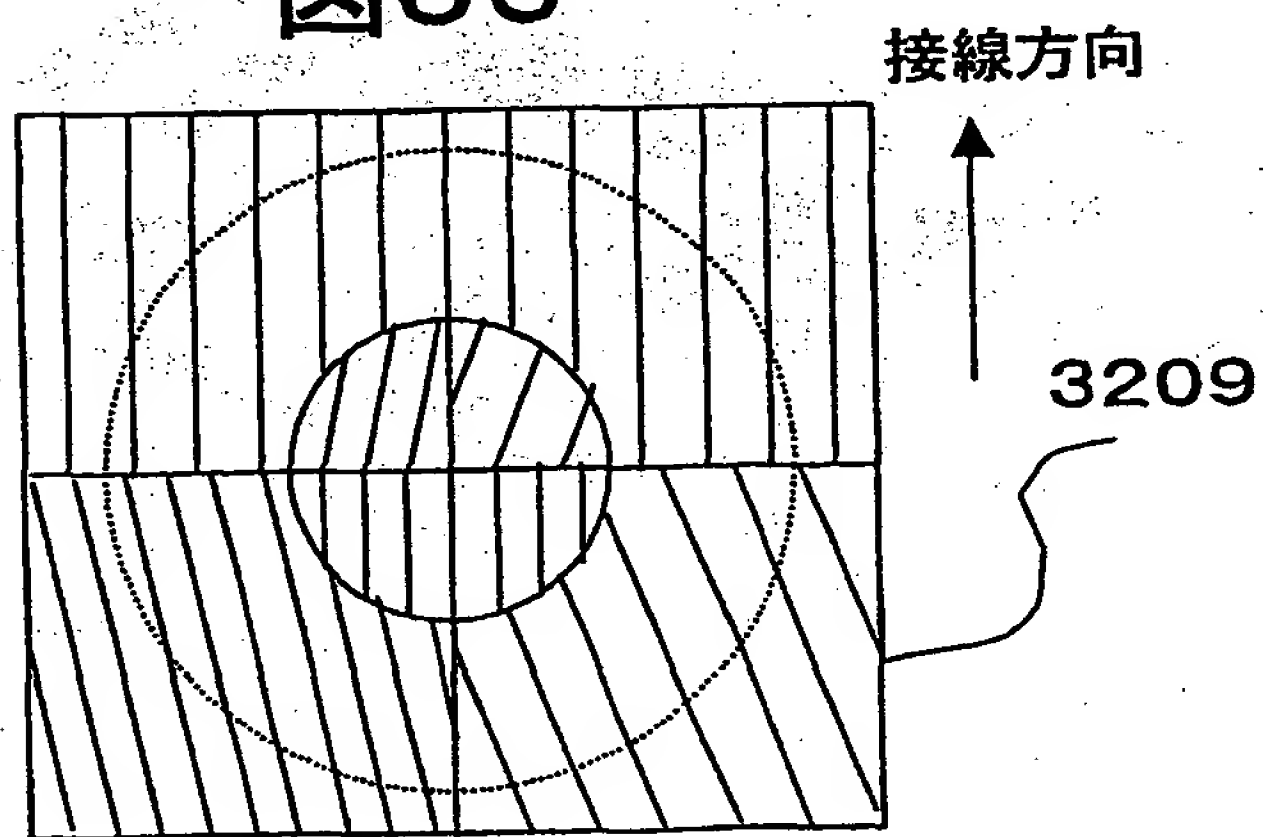
22/32

図35



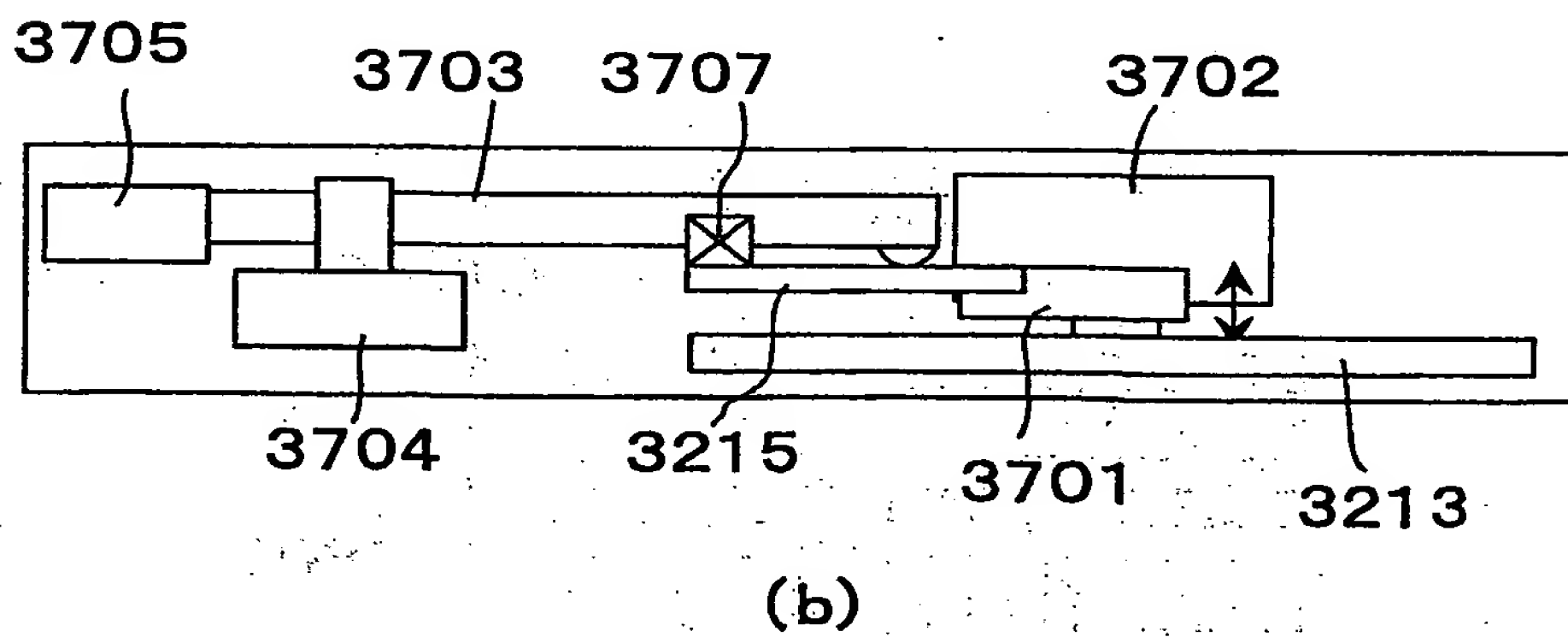
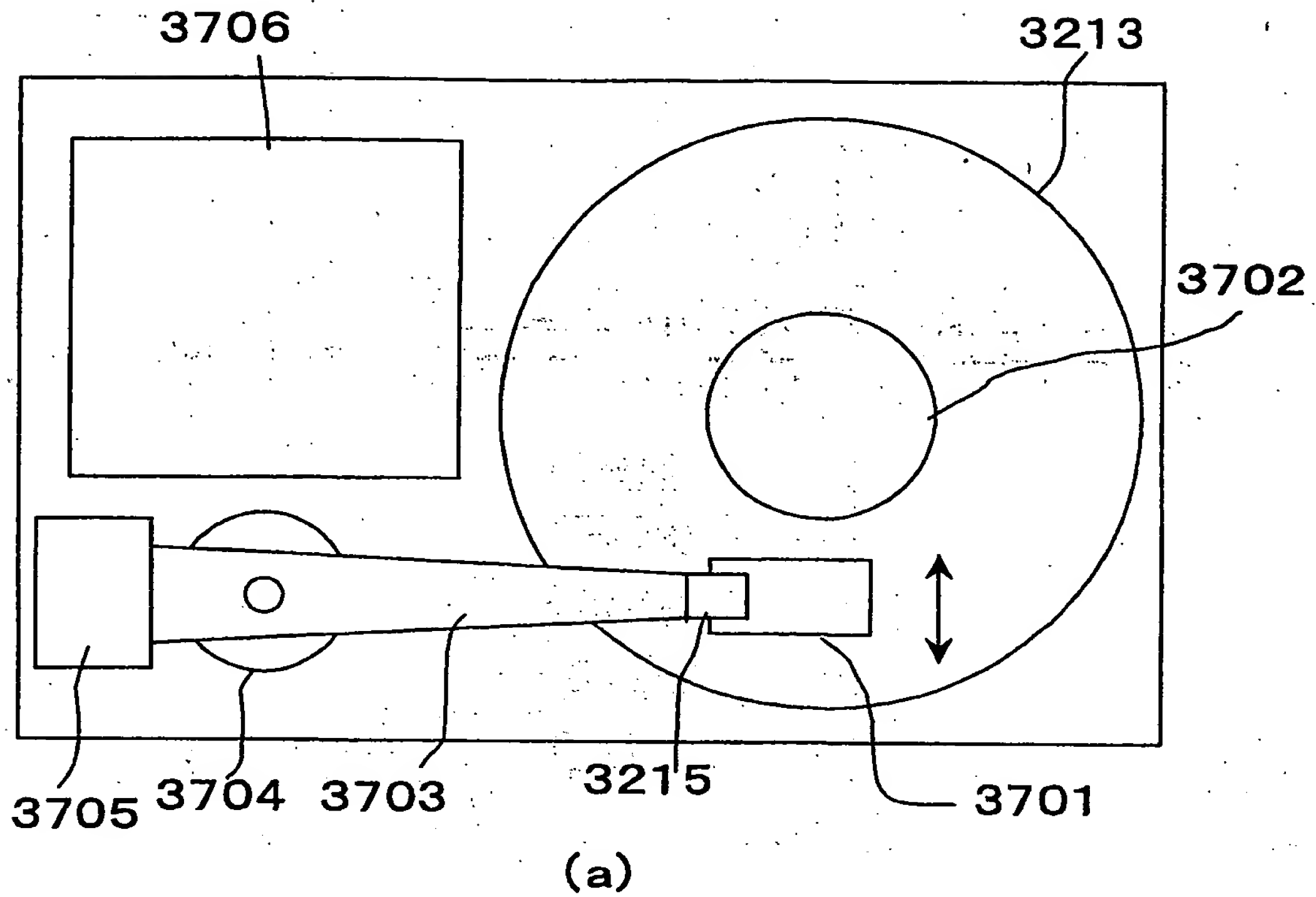
$$\begin{aligned}
 AF &= E1 - F1 - E2 + F2 \\
 SA &= E1 - F1 + E2 - F2 \\
 TR &= A - B - C + D \\
 LS &= A - B \\
 RF &= G
 \end{aligned}$$

図36



23/32

図37



Best Available Copy

24/32

図38

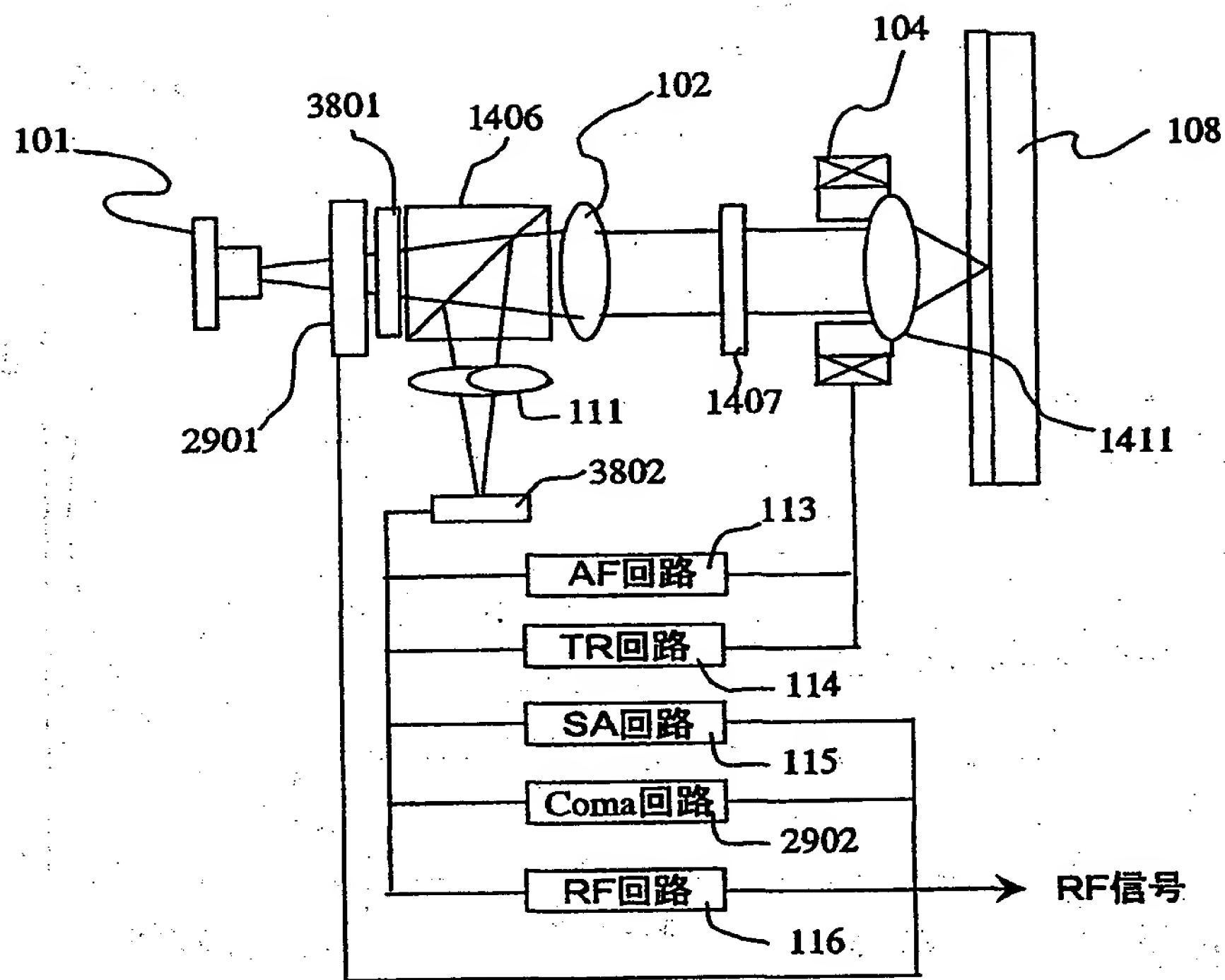
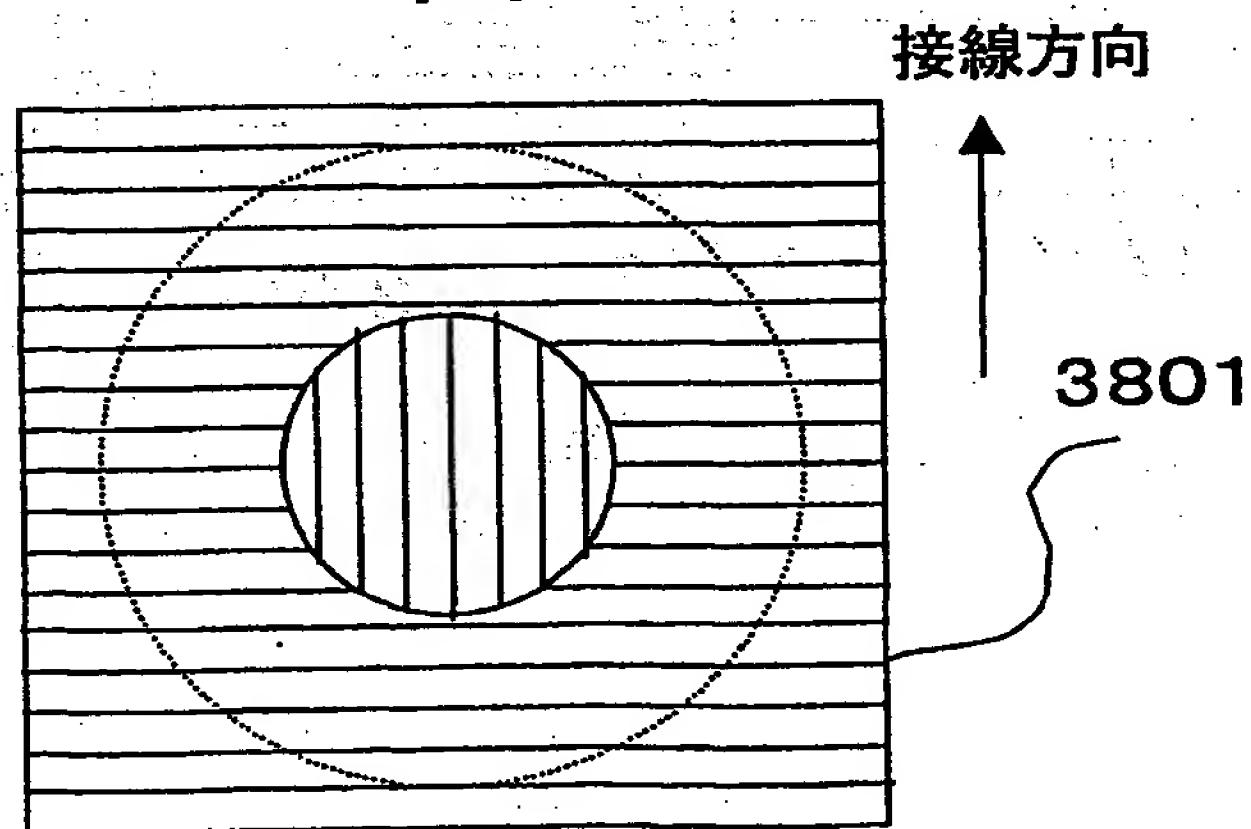


図39



25/32

図40

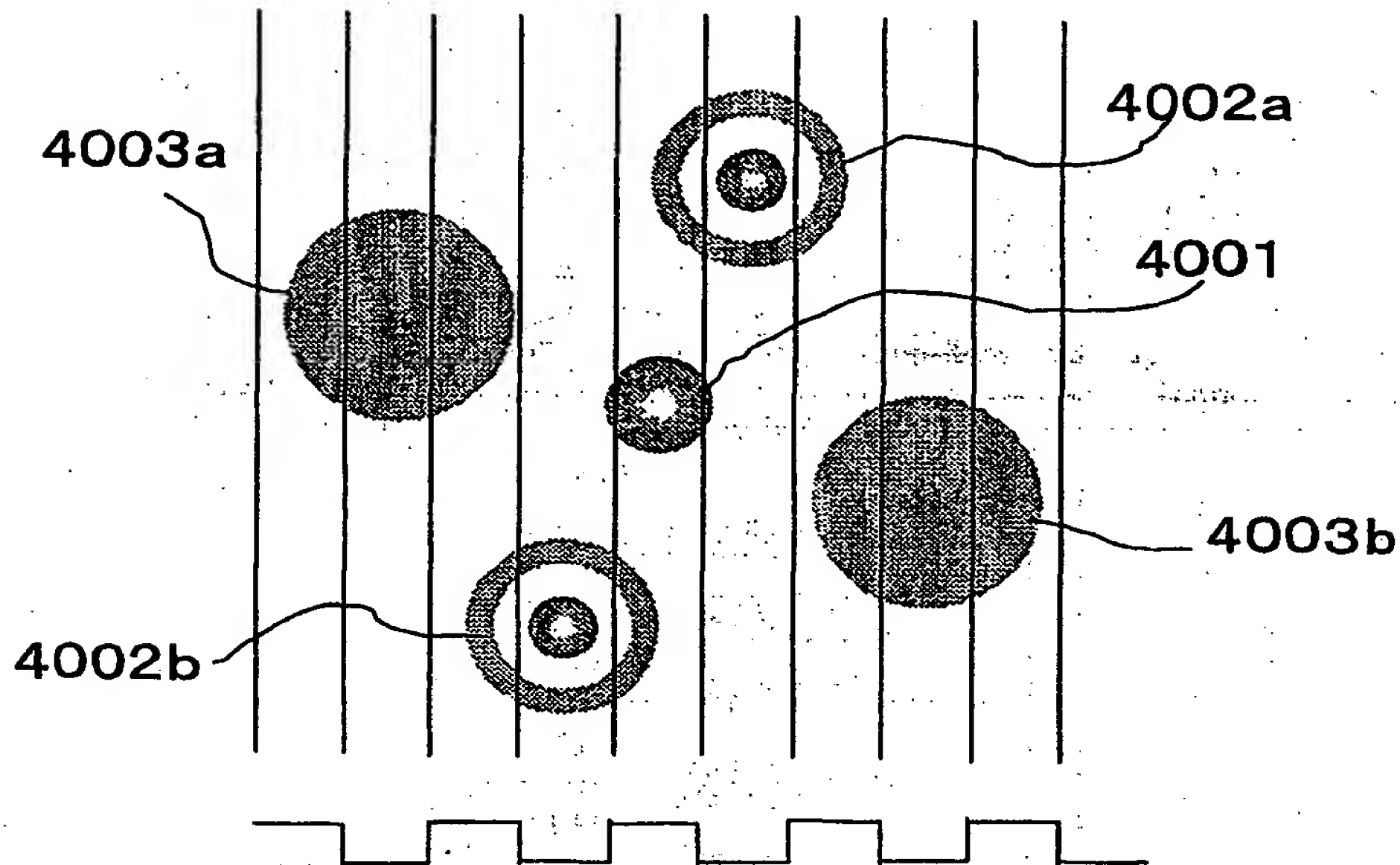
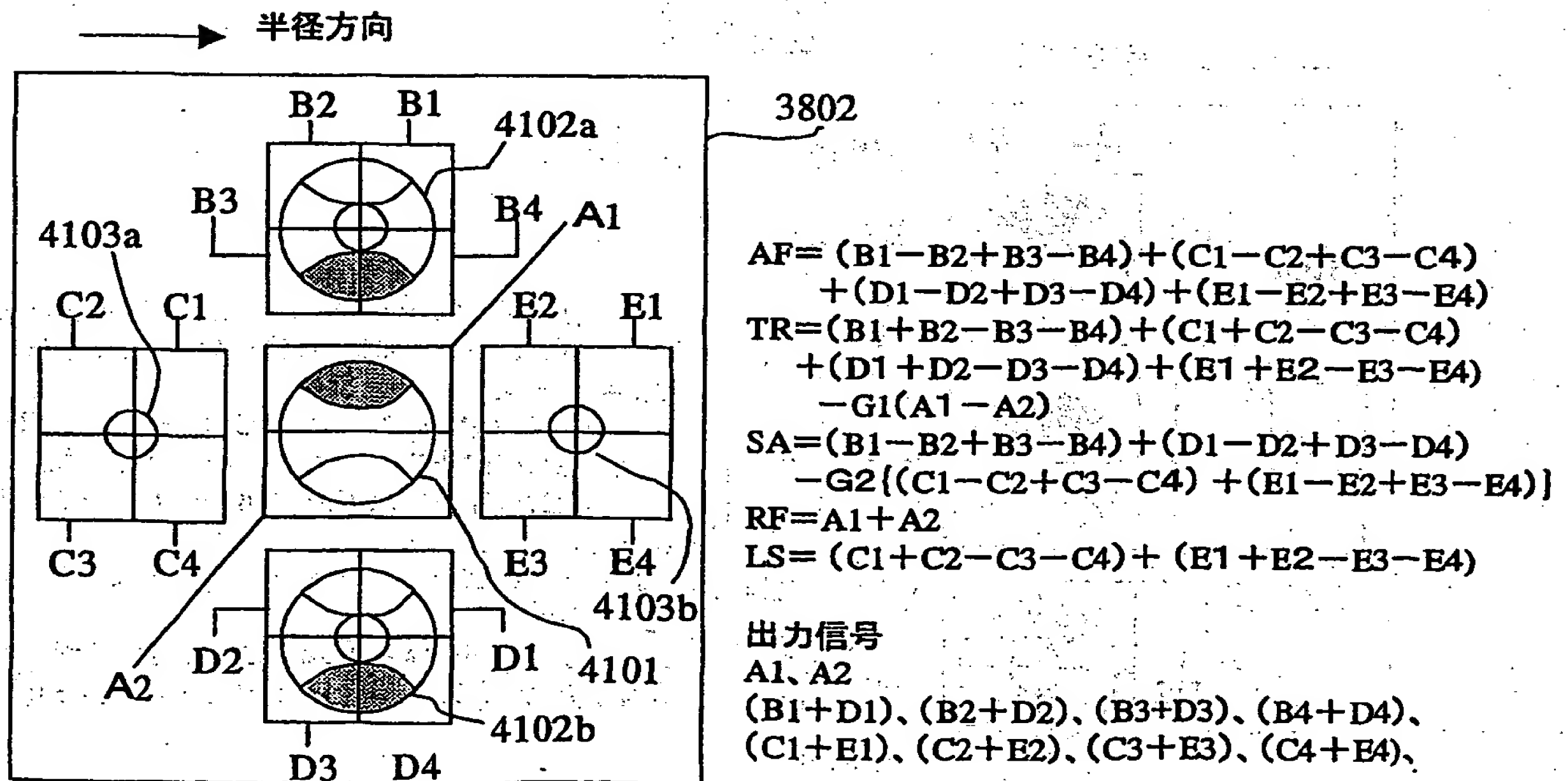


図41



Best Available Copy

26/32

図42

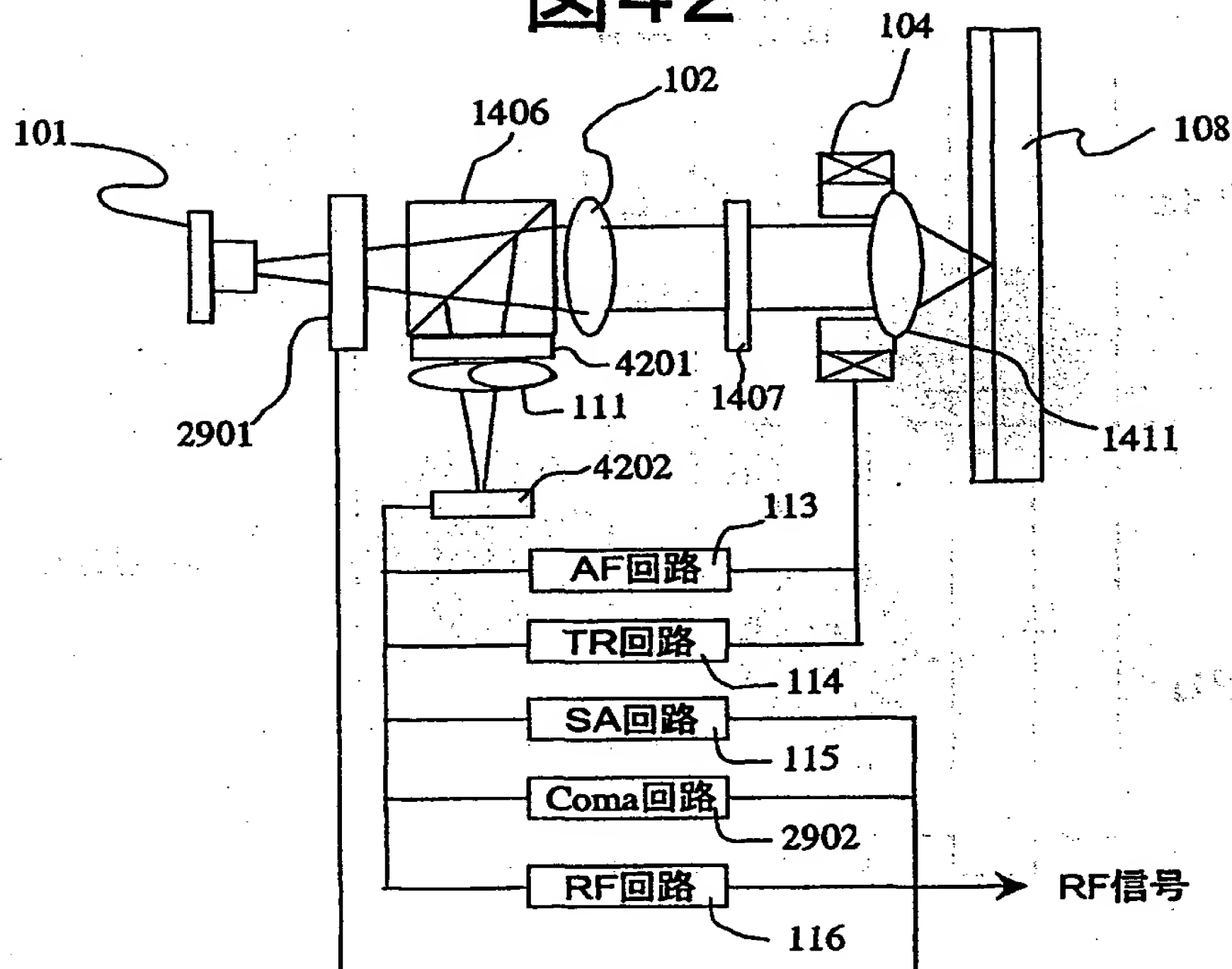
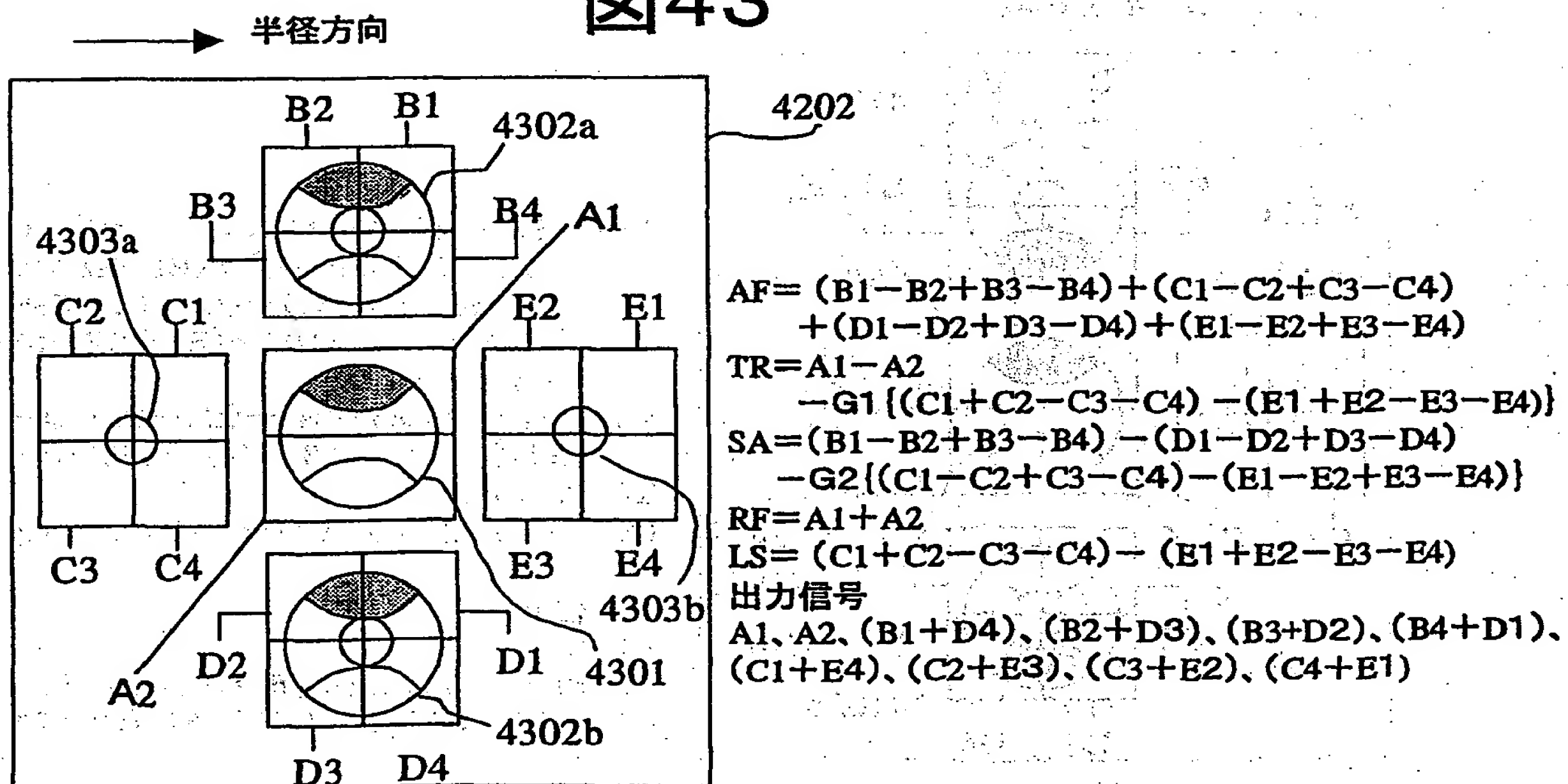


図43



27/32

図44

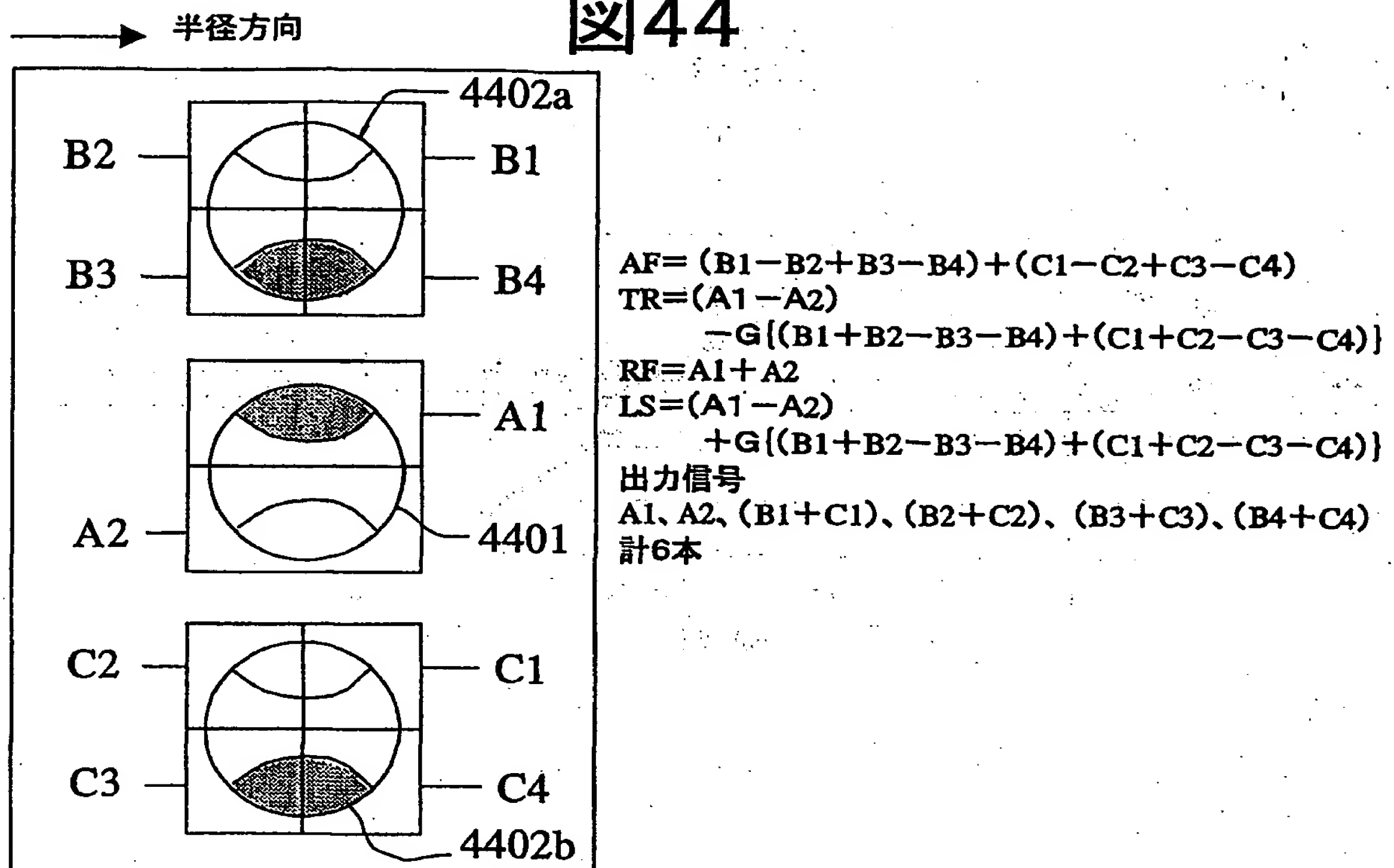
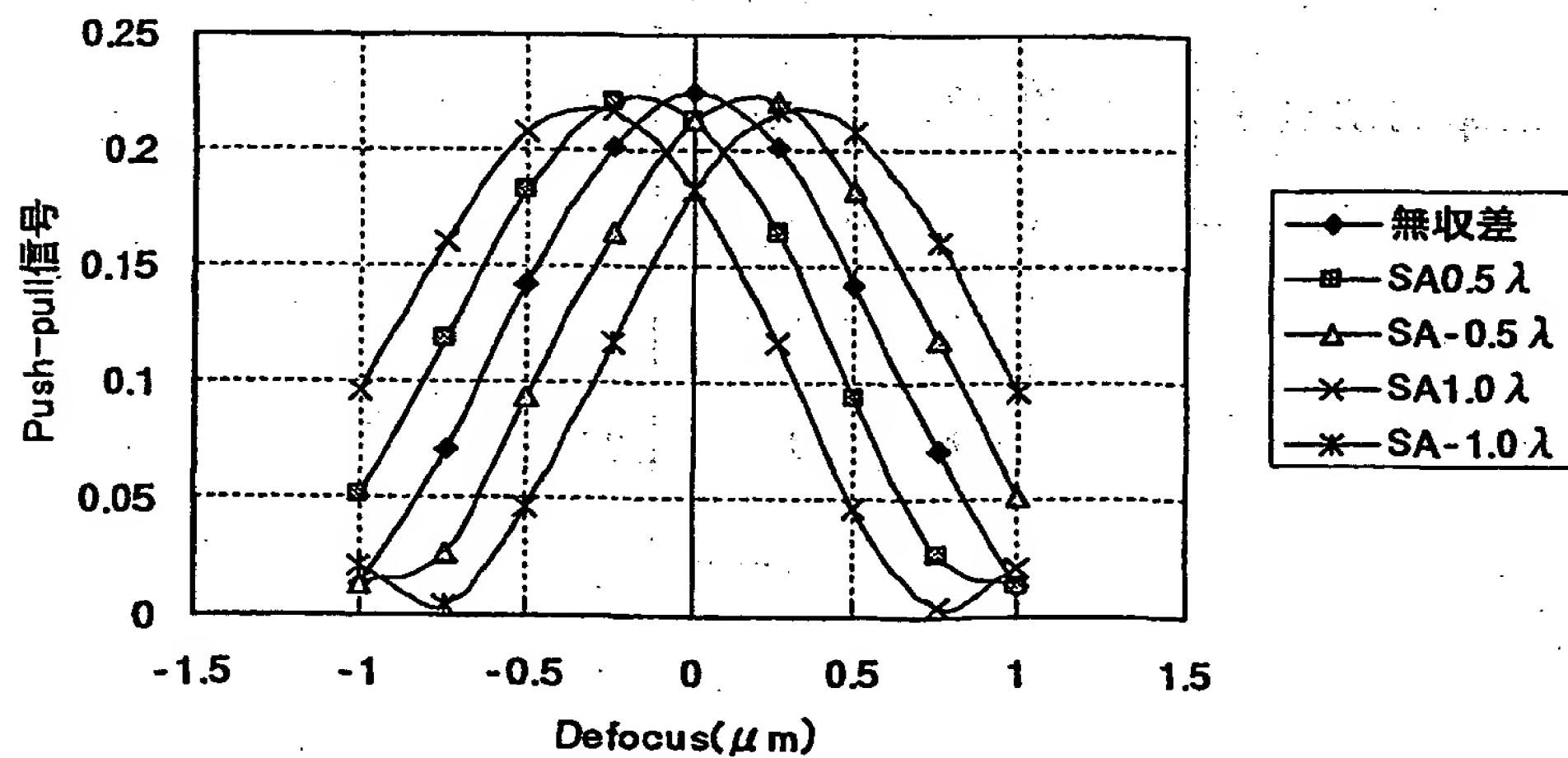


図45



Best Available

28/32

図46

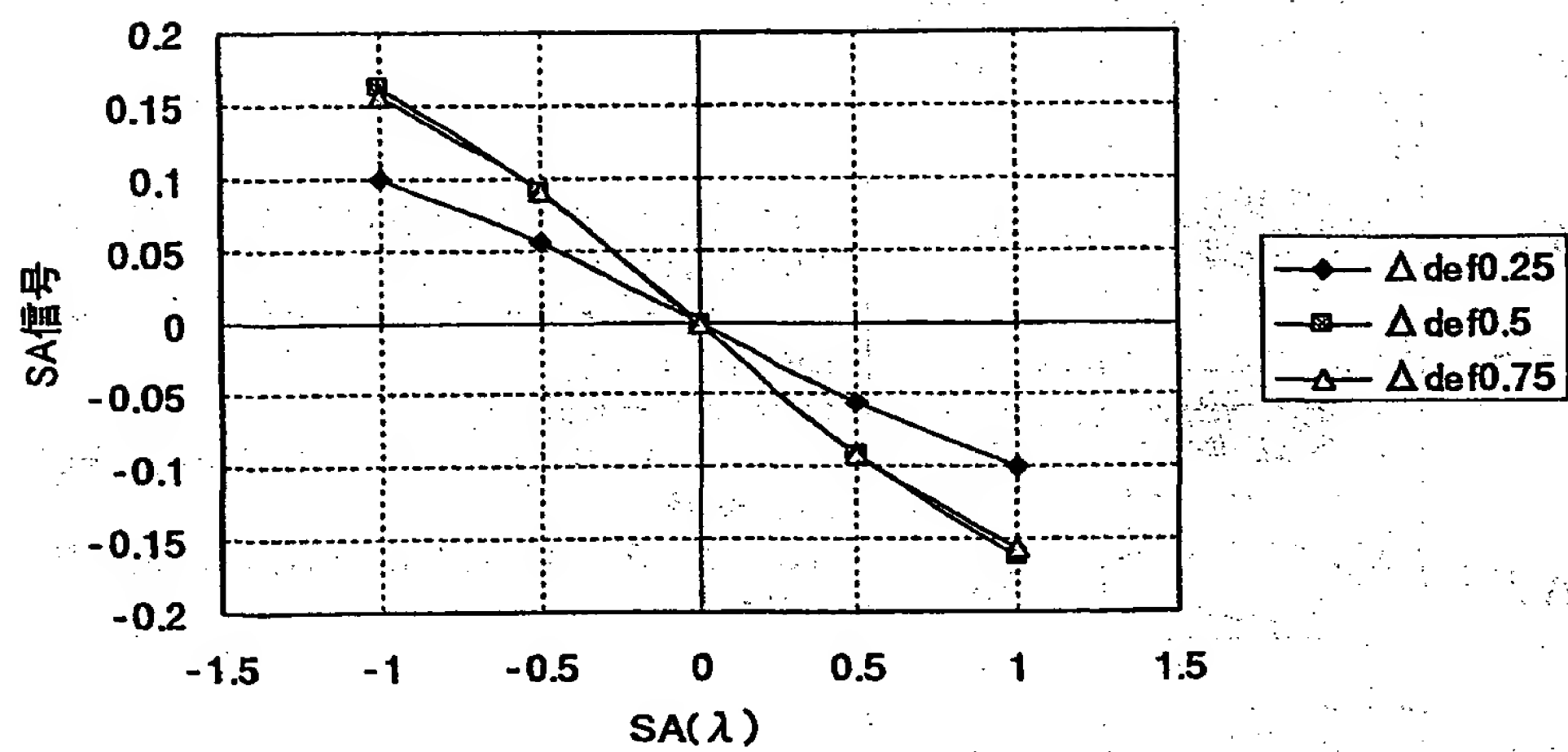
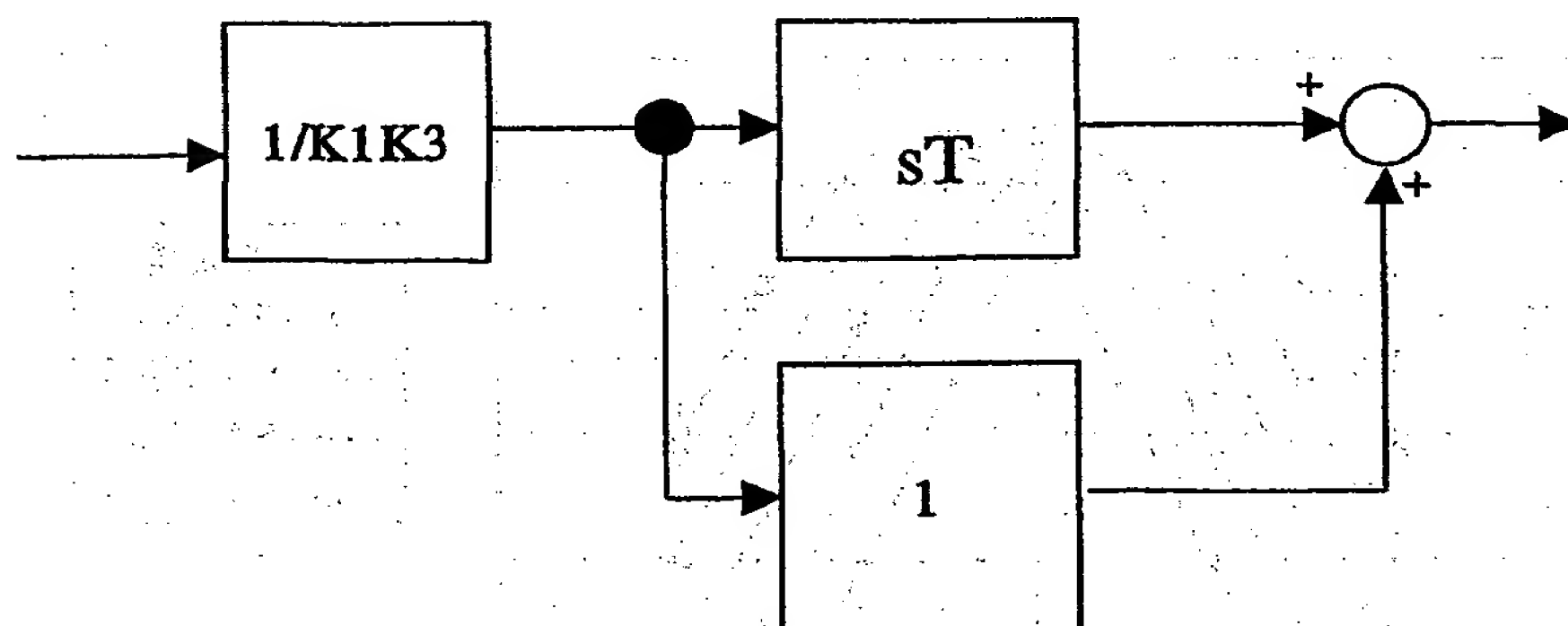


図47



29/32

図48

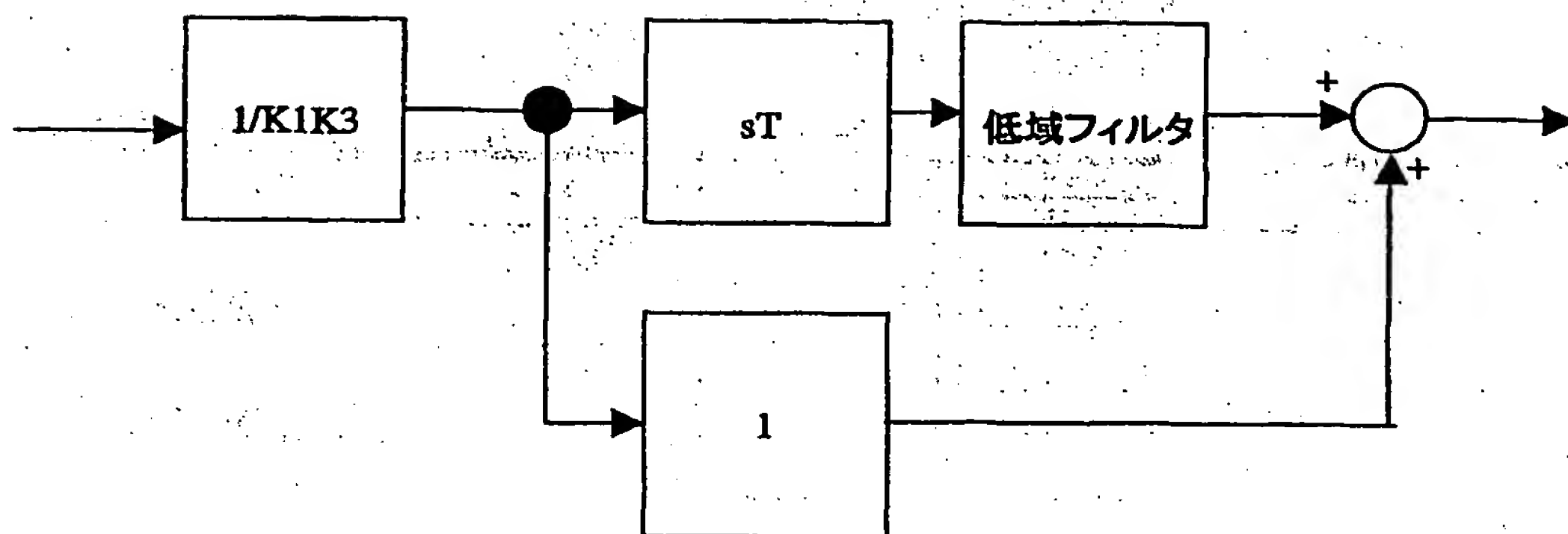
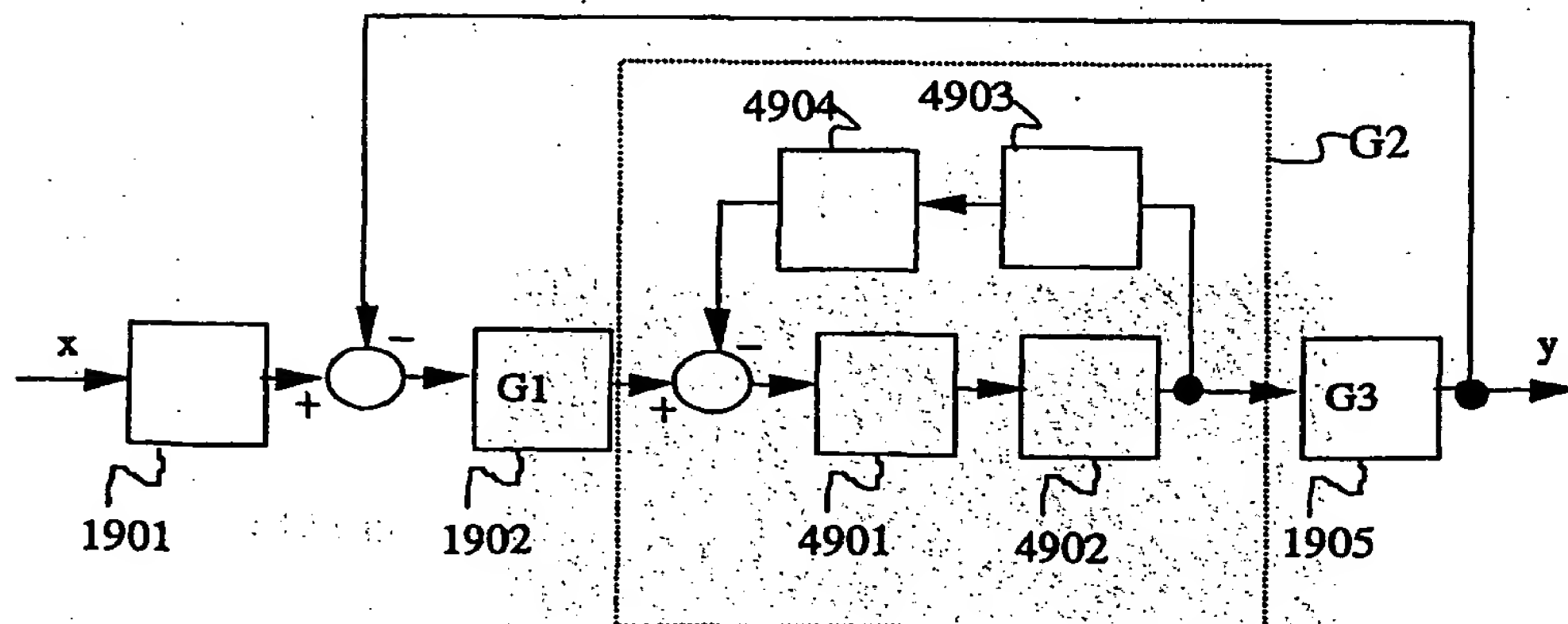


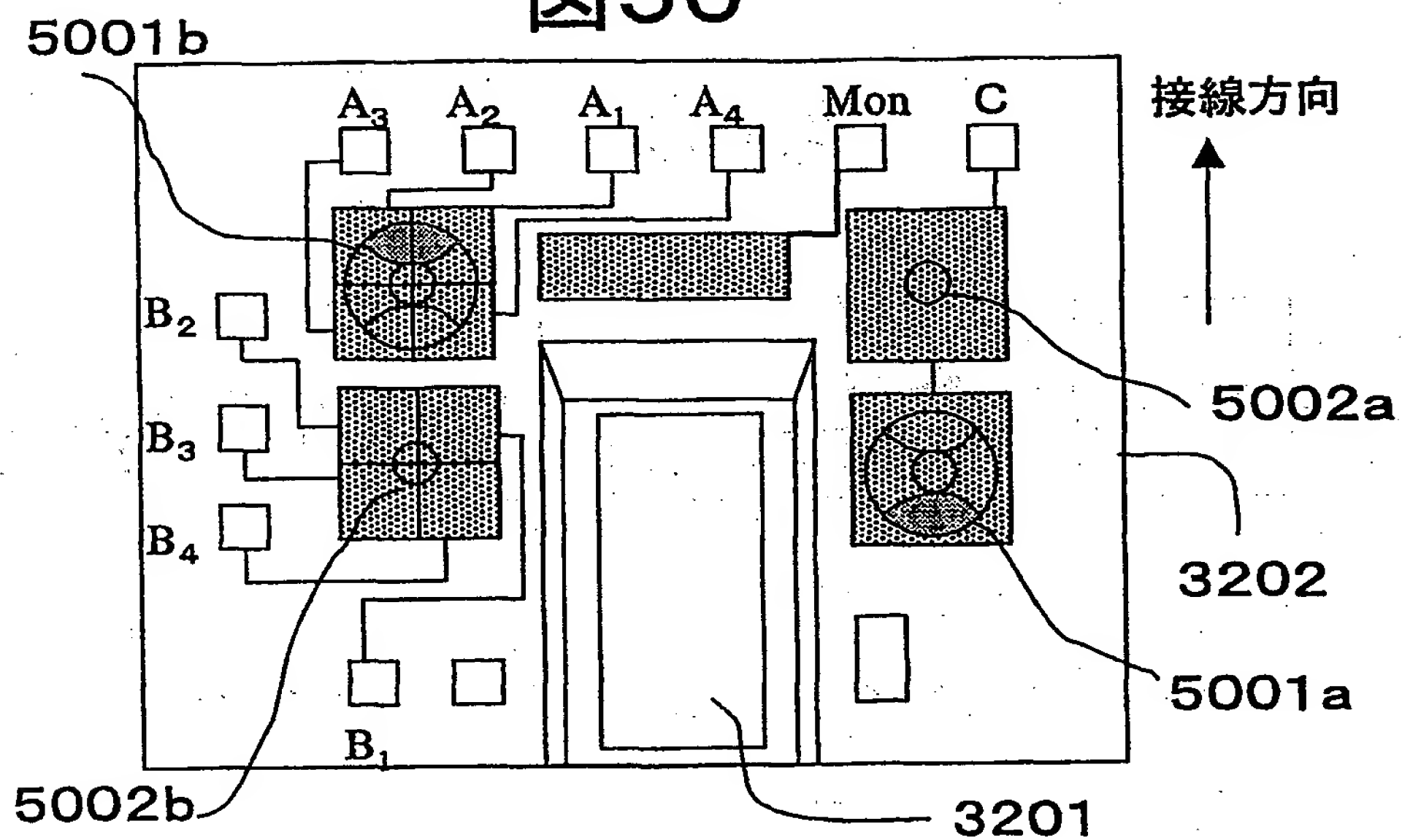
図49



Best Available Copy

30/32

図50



$$AF = (A1 - A2 + A3 - A4) + (B1 - B2 + B3 - B4)$$

$$TR = (A1 + A2 - A3 - A4) - G1(B1 + B2 - B3 - B4)$$

$$SA = (A1 - A2 + A3 - A4) - G2(B1 - B2 + B3 - B4)$$

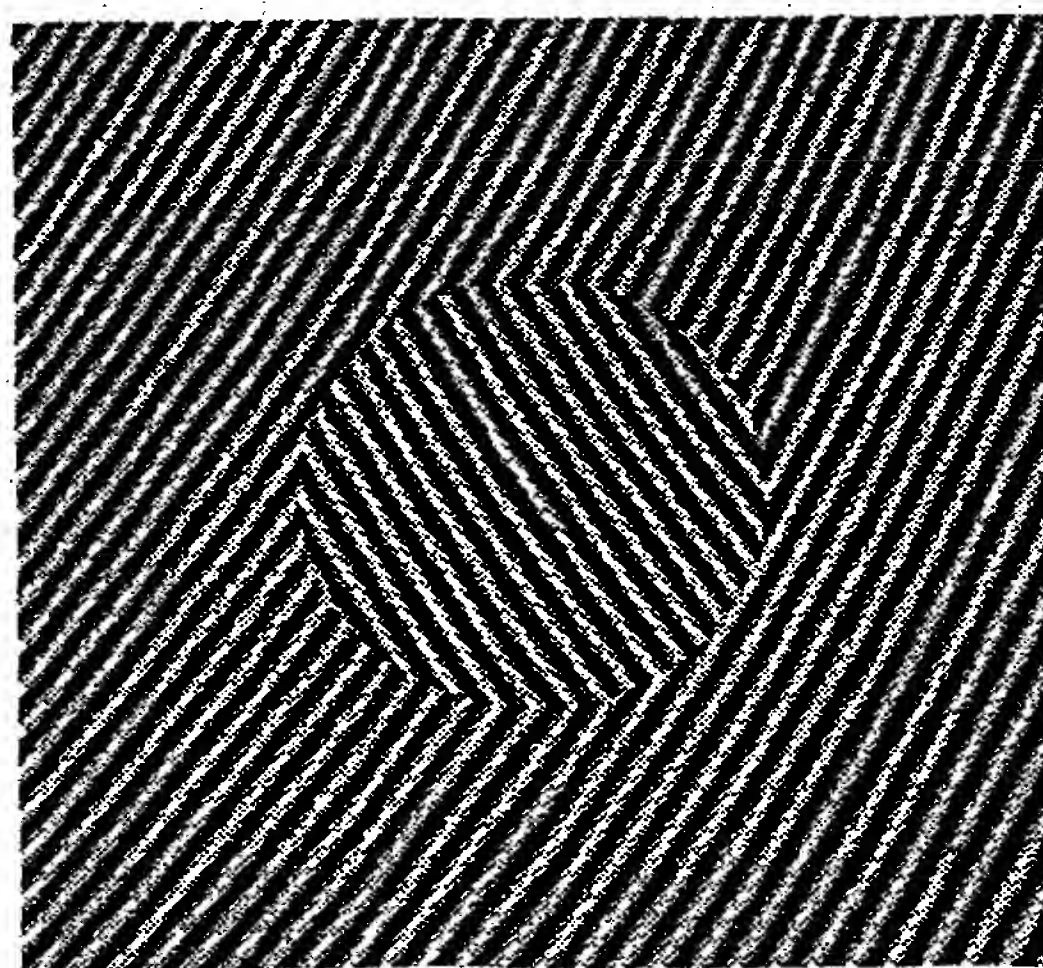
$$RF = C$$

$$LS = B1 + B2 - B3 - B4$$

出力信号

A1、A2、A3、A4、B1、B2、B3、B4、C、Mon

図51



5101

31/32

図52

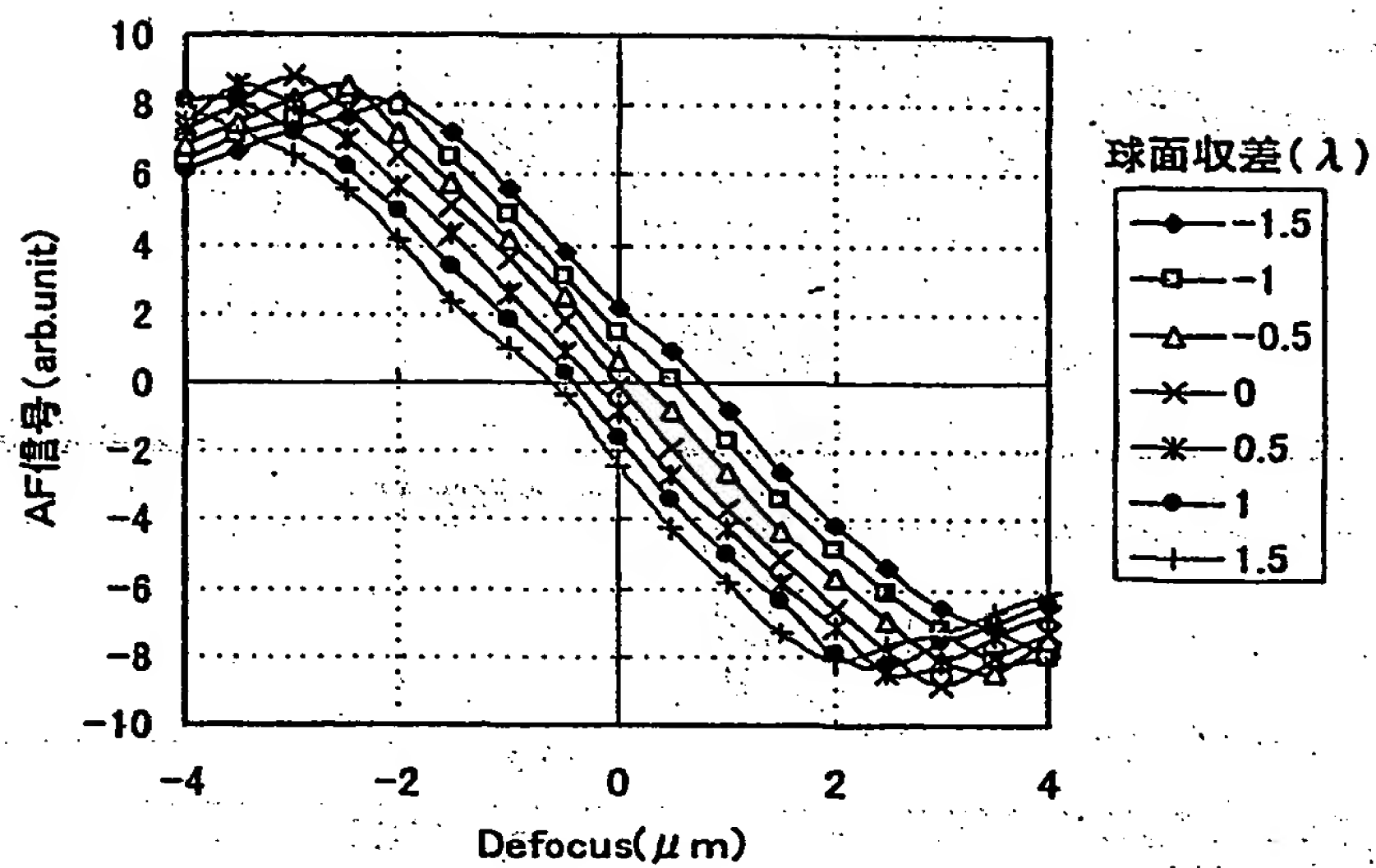
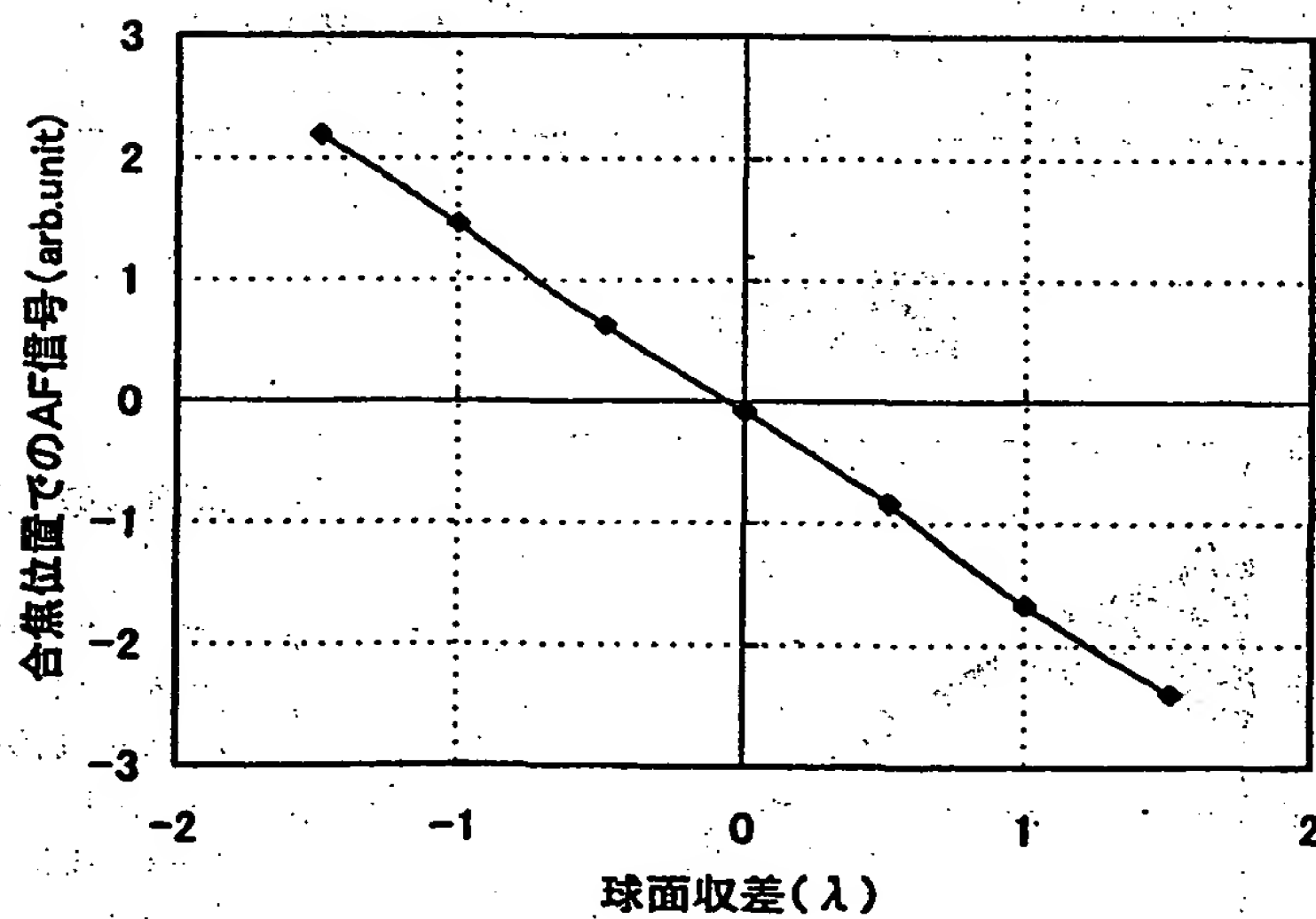


図53



Best Available Copy

図54

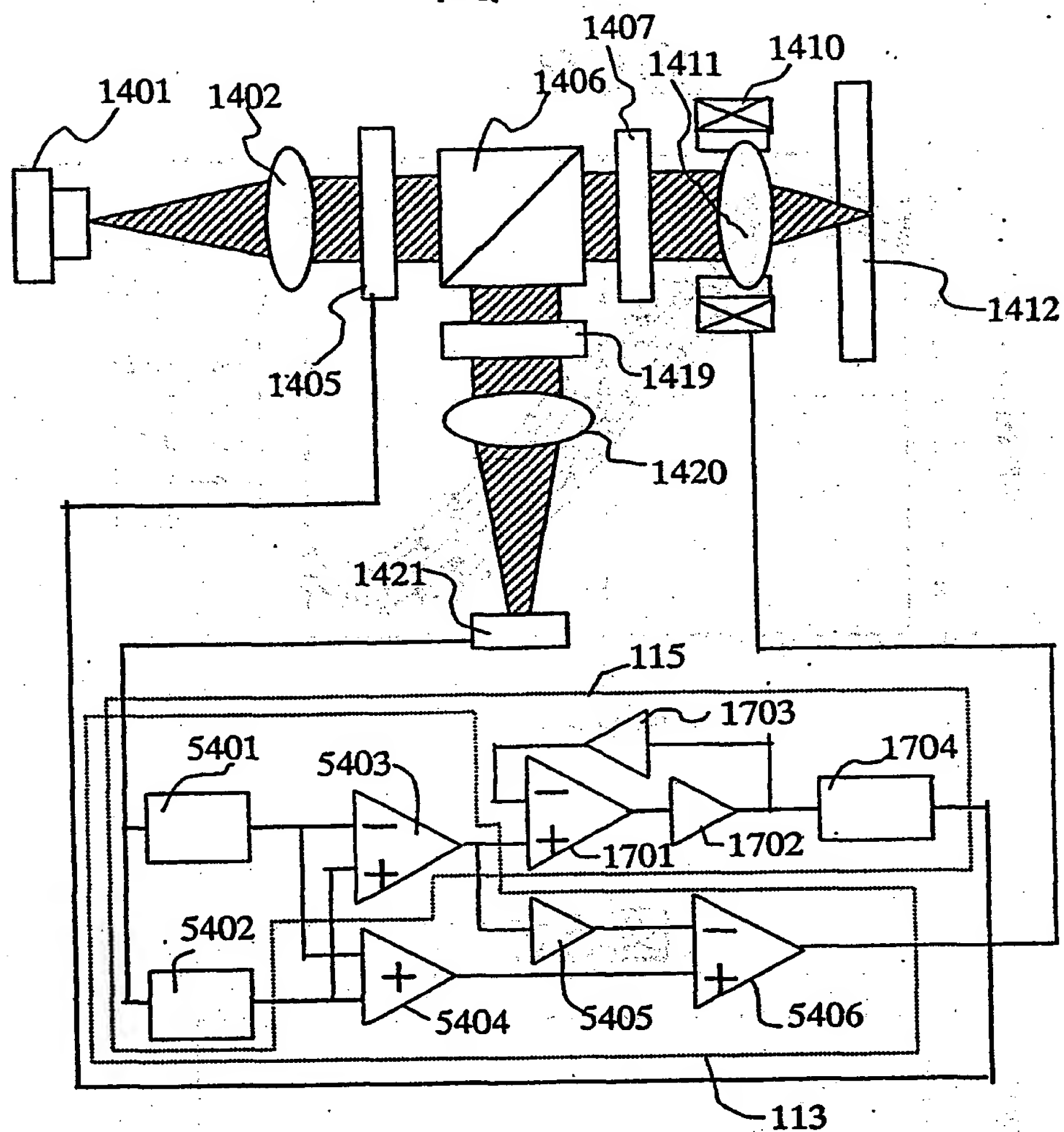
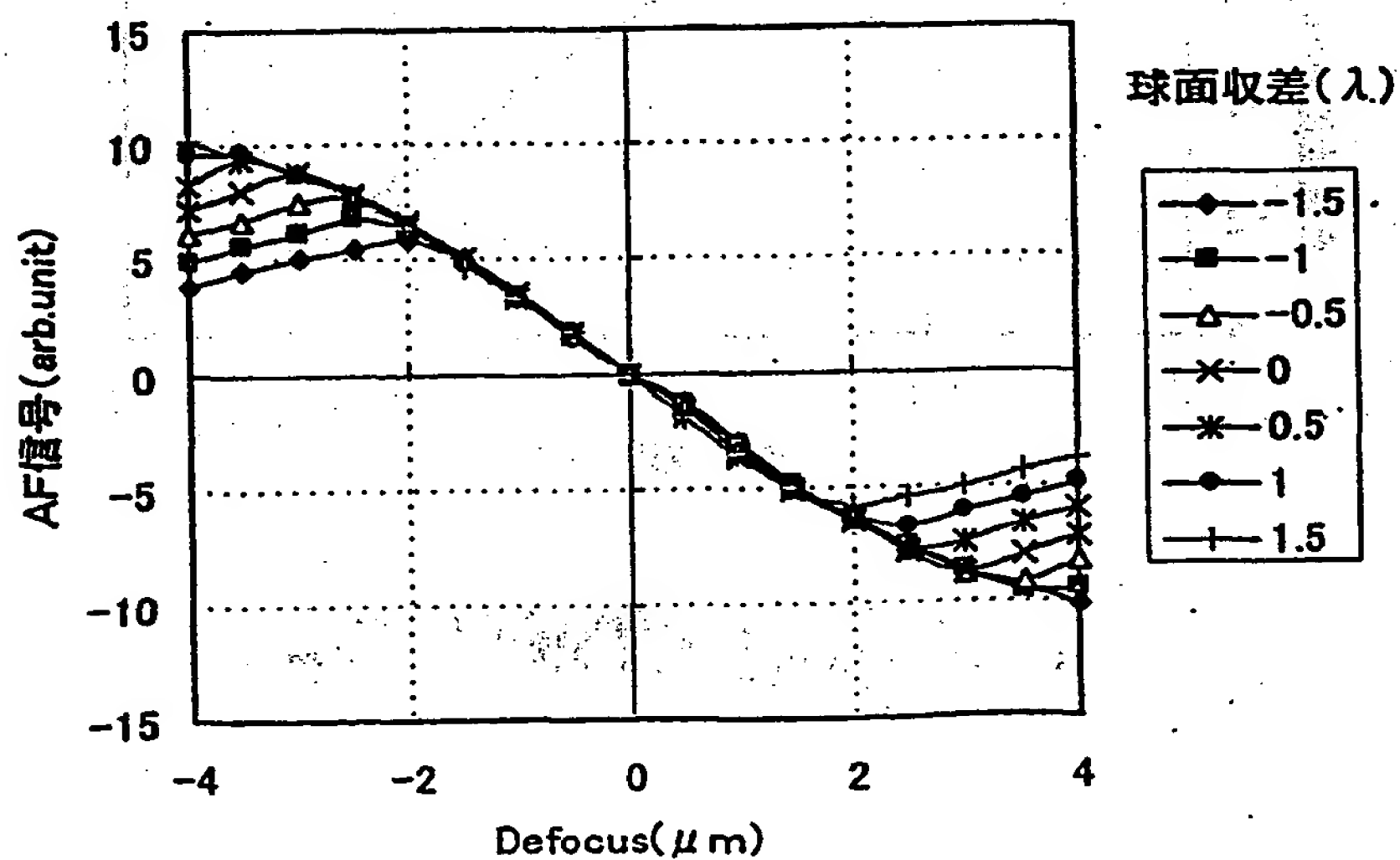


図55



第Ⅷ欄 (v) 不利にならない開示又は新規性喪失の例外に関する申立て

申立ては実施細則第 215 号に規定する標準文言を使用して作成しなければならない。第Ⅷ欄と同欄(i)～(v)の備考の総論部分、及び本頁に特有の事項について第Ⅷ欄(v)の備考を参照。この欄を使用しないときは、この用紙を願書に含めないこと。

不利にならない開示又は新規性喪失の例外に関する申立て (規則 4.17(v) 及び 51 の 2.1(a)(v))

本国際出願に関し、株式会社日立製作所は、本国際出願の請求項に記載された対象が以下のように開示されたことを申し立てる。

(i) 開示の種類 学会発表

(ii) 開示の日 2001. 4. 22

(iii) 開示の名称 Optical Data Storage Topical Meeting

(iv) 開示の場所 La Fonda Hotel Santa Fe, New Mexico, USA

(v) 本申立ては、すべての指定国のためになされたものである。

Best Available Copy



この申立ての続葉として「第Ⅷ欄(v)の続き」がある

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/07422

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ G11B 7/09, 7/135

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ G11B 7/09, 7/095, 7/135

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 99/18466 A1 (KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS N.V.), 15 April, 1999 (15.04.99), Full text; Figs. 1 to 8	1-6, 10, 12-16
Y	Full text; Figs. 1 to 8	7-9, 17, 19
A	Full text; Figs. 1 to 8 & EP 943112 A & JP 2001-507463 A	11, 18, 20, 21
Y	JP 11-110768 A (Sony Corporation), 23 April, 1999 (23.04.99), Full text; Figs. 1 to 6 & CN 1220448 A & US 6134195 A1	7, 8
Y	JP 11-195229 A (Sony Corporation), 21 July, 1999 (21.07.99), Full text; Figs. 1 to 3 (Family: none)	7, 8
Y	JP 2000-215505 A (Citizen Watch Co., Ltd.), 04 August, 2000 (04.08.00), Full text; Figs. 1, 2 (Family: none)	7, 8

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
15 November, 2001 (15.11.01)

Date of mailing of the international search report
27 November, 2001 (27.11.01)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

International application No.

PCT/JP01/07422

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 9-128785 A (Pioneer Electronic Corporation), 16 May, 1997 (16.05.97), Full text; Figs. 1 to 13 & US 5936923 A1	9, 17, 19
A	JP 2000-40237 A (Sony Corporation), 08 February, 2000 (08.02.00), Full text; Figs. 1 to 7 & CN 1244006 A	21

Best Available Copy

Best Available Copy

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/07422

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

Claims 1 - 20 relate to an optical head comprising a spherical aberration adding mechanism, and an optical dividing element for separating the reflected light from an optical disk into luminous flux present in the vicinity of the optical axis and luminous flux present in the periphery.

Claim 21 relates to an optical disk device for detecting spherical aberration on the basis of a change in the amplitude of a tracking signal when the focal position is moved.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

Best Available Copy

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G11B 7/09 , 7/135

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G11B 7/09 , 7/095 , 7/135

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2001年
日本国登録実用新案公報	1994-2001年
日本国実用新案登録公報	1996-2001年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	WO 99/18466 A1 (KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS N.V.) 15. 4月. 1999 (15. 04. 99) 全文, 第1-8図	1-6, 10, 12-16
Y	全文, 第1-8図	7-9, 17, 19
A	全文, 第1-8図 & EP 943112 A & JP 2001-507463 A	11, 18, 20, 21

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

15. 11. 01

国際調査報告の発送日

27.11.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

五貫 昭一

5D

9368

電話番号 03-3581-1101 内線 3550

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 11-110768 A (ソニー株式会社) 23. 4月. 1999 (23. 04. 99) 全文, 図1-6 & CN 1220448 A & US 6134195 A1	7,8
Y	JP 11-195229 A (ソニー株式会社) 21. 7月. 1999 (21. 07. 99) 全文, 図1-3 (ファミリーなし)	7,8
Y	JP 2000-215505 A (シチズン時計株式会社) 4. 8月. 2000 (04. 08. 00) 全文, 図1, 図2 (ファミリーなし)	7,8
Y	JP 9-128785 A (パイオニア株式会社) 16. 5月. 1997 (16. 05. 97) 全文, 図1-13 & US 5936923 A1	9,17,19
A	JP 2000-40237 A (ソニー株式会社) 8. 2月. 2000 (08. 02. 00) 全文, 図1-7 & CN 1244006 A	21

Best Available Copy

第I欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT 17条(2)(a)) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☐ 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第II欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

請求の範囲1-20は、球面収差付加機構と、光ディスクからの反射光を光軸付近の光束と周辺部の光束とに分離する光分岐素子とを備えた光ヘッドに関するものである。

請求の範囲21は、焦点位置を動かした時のトラッキング信号振幅の変化に基づいて、球面収差を検出する光ディスク装置に関するものである。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。

THIS PAGE BLANK (USPTO)